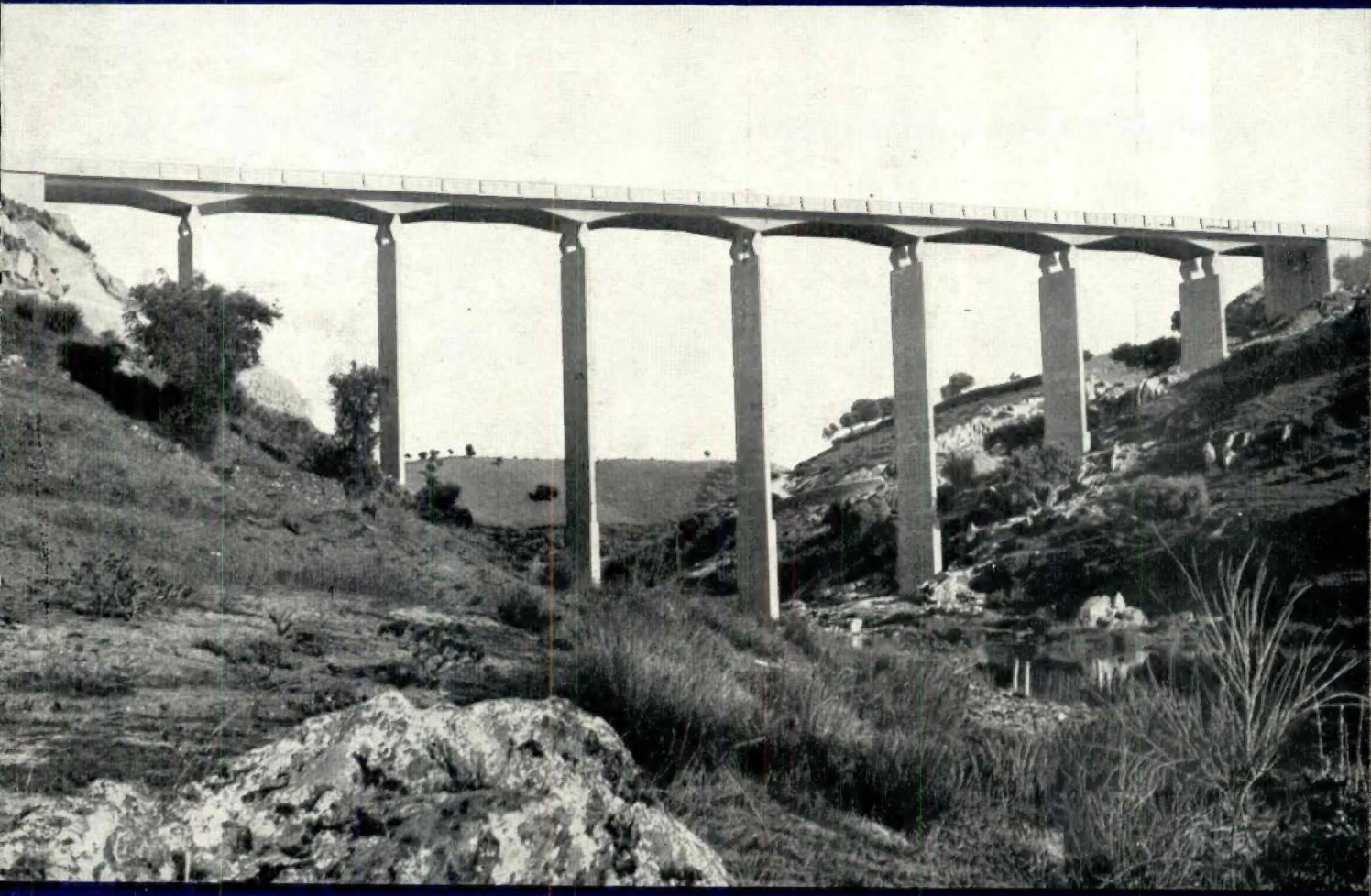
TÉCNICA



REVISTA DE ENGENHARIA
DOS ALUNOS DO I.S.T.

N.º 272 - MAIO - 1957

CIMENTO SECIL

O CIMENTO PARA OBRAS DE GRANDE RESPONSABILIDADE

4 fornos rotativos — 300.000 toneladas anuais

Fábrica no Outão — Setúbal

Lisboa — Rua do Comércio, 56-3.º

ELECTRO-ARCO
LIMITADA

ELECTRODIOS
POSTOS E ACESSORIOS
PARA A SOLDADURA ELECTRICA

MATERIAL APROVADO PELO
LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING

FÁBRICA E LABORATÓRIOS
VENDA NOVA — AMADORA

LISBOA
RUA SILVA CARVALHO, 239 — TEL 63649

PORTO
RUA DO BOLHÃO, 216 — TEL 21277

CAVAN

SOCIEDADE
PORTUGUESA

POSTES DE BETÃO PARA
LINHAS ELÉCTRICAS
MOSAICOS E AZULEJOS

COLUNAS PARA
ILUMINAÇÃO PÚBLICA
MANILHAS PARA ESGOTOS

RUA D. ESTEFÂNIA, 42
TELEF. 47812-50129
LISBOA

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA DOS ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

Ano XXXI - N.º 272 Maio de 1957

Redacção e Administração: AVENIDA ROVISCO PAIS, I.S.T. * LISBOA-N. * TELEF. 77 01 44 (Linha 50)

DIRECTOR

JORGE DO NASCIMENTO VALÉRIO

ADMINISTRADOR

CARLOS MANUEL DE MEDEIROS PORTELA

SECRETÁRIO

RICARDO MANUEL SIMÕES BAYÃO HORTA

REDACTORES

JORGE AZEVEDO CIPRIANO

JOÃO MARTINS DE CARVALHO

LUÍS AIRES BARROS

MANUEL VAN'HOFF RIBEIRO

ORLANDO D'ALMEIDA PEREIRA

★

NUMERO AVULSO 12$50

ASSINATURAS:

	3 N.os	5 N.os	10 N.os
Continente e Ilhas	32$50	50$00	95$00
Ultramar Português e Espanha	—	55$00	100$00
Estrangeiro	—	60$00	110$00

★

EDITOR E PROPRIETÁRIO

ASS. DOS ESTUD. DO I.S.T.

★

COMPOSTO E IMPRESSO NA

Tip. JORGE FERNANDES, L.DA

RUA CRUZ DOS POIAIS, 103

LISBOA

SUMÁRIO

CAPA — Uma das 4 pontes sobre a albufeira de Barragem do Maranhão. — Projecto do Eng.º Edgar Cardoso — Construção da NOVOPCA.

Págs.

Alguns problemas metalogénicos

Pelo Eng.º Décio Tadeu 481

Notas informativas — **Elementos sobre a produção e consumo de energia na rede eléctrica nacional** 494

Estacas flutuantes nas aluviões lodosas do Tejo

Pelos Eng.os Henrique Leitão e Rogério da Trindade e Lima 495

A betonagem da Barragem de Picote

Pelo Eng.º Luís Moreira Lobo 521

Configuração electrónica, electronegatividade e comportamento analítico dos elementos

Pelo Eng.º Cecílio Eugénio Gracias 545

Biblioteca 565

OS ARTIGOS PUBLICADOS NESTA REVISTA SAO DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DOS AUTORES

Índice Alfabético dos nossos anunciantes

A

Pág.

Agência Comercial, Ltd.ª XL
Agência Geral de Material Eléctrico, Ltd.ª XII
Ahlers, Lindley, Ltd.ª XXVI
Atlantic — Fábrica Lusitana de Tintas e Vernizes, Limitada XXXV
António Baró XLII
Azevedo & Pessi, Ltd.ª X

B

Blackwood Hodge IV
Bouhon & Irmão, Ltd.ª XL

C

Canelas & Figueiredo, Ltd.ª XXX
CAT XXVII
Cimento Secil . . . . . 2.ª da capa
Companhia de Cimentos Brancos . . VI
Companhia Portuguesa dos Petróleos BP XVIII
Companhia União Fabril XX
Construções Técnicas, Ltd.ª XI
C. Santos, Ltd.ª . . . . . VIII e XXXIII

D

D. Moura, Sucs., Lda. XXXI

E

Edouard Dalphin XLV
Edmond Dardel II
Electro-Arco, Ltd.ª . . . . . 2.ª da capa
Emílio de Azevedo Campos & C.ª, Ltd.ª XVI
Empresa Electro Cerâmica VI
Empresa de Produtos Asfálticos . . . XLII
Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ltd.ª . . . . . 3.ª da capa
Eng.º Augusto Cavaco XL
Estabelecimentos Herold, Ltd.ª . . . XXXVI

F

Fábrica Metalúrgica e Construtora CARAVELA, Ltd.ª XXXIV
Fábrica Portugal VII

G

Guedes & Santos Silva, Ltd. XLI

H

Henriques & Castro, Ltd.ª XI

I

Pág.

INEL XXV
IST XVI

J

Jayme da Costa, Lda. XXIX
J. B. Fernandes & C.ª, Lda. XXII

L

Leacock (Lisboa), Ltd.ª XIII

M

Mabor XLI
Manil XXXVII
Máquinas de Precisão, Ltd.ª X
Monteiro Gomes, Ltd.ª . . XXXIX e XLIII

N

NIKEX XIX

P

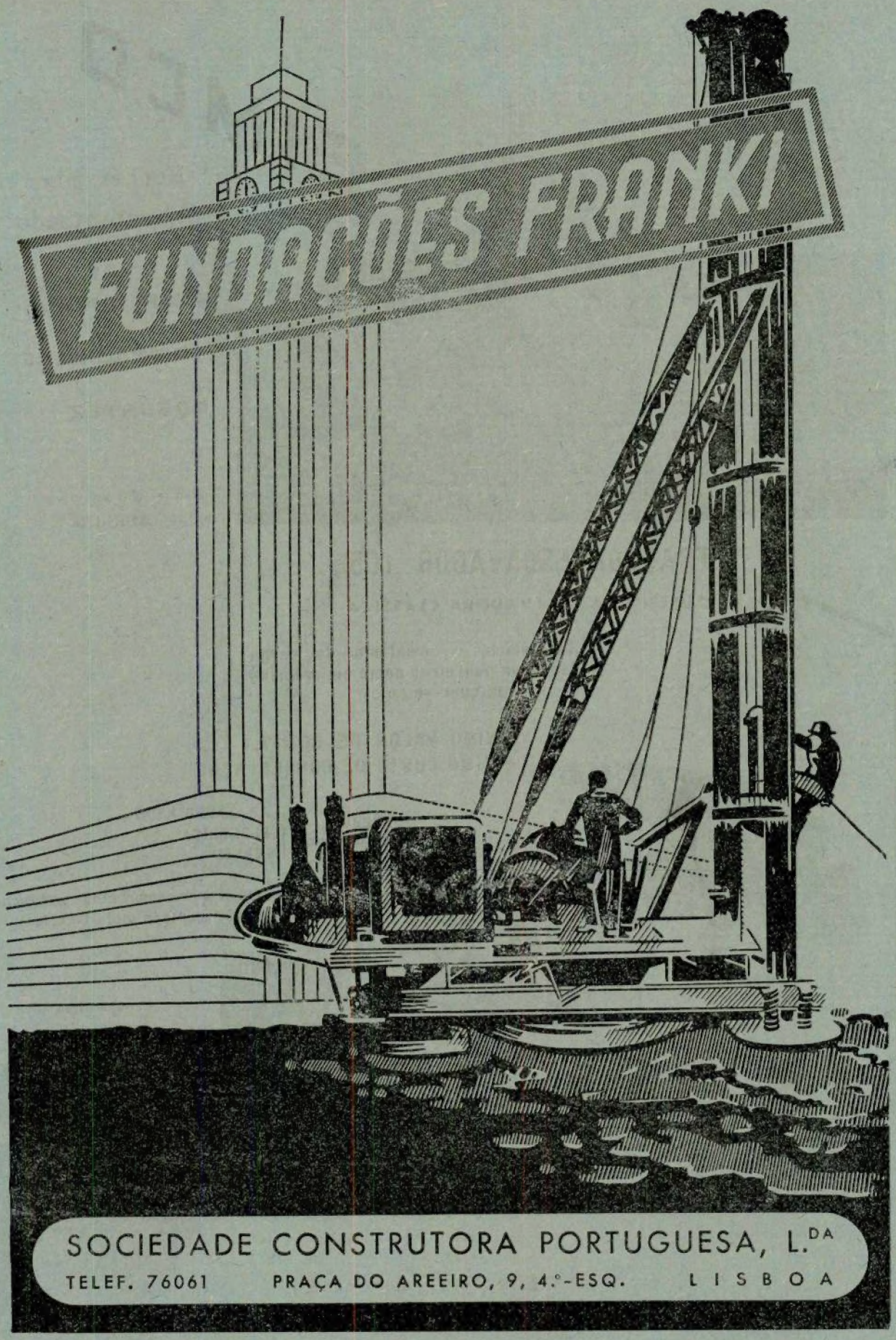
Papelaria Fernandes XXI
Pimentel & Casquilho, Ltd.ª III

S

Saint-Gobain XXVIII
Schroeter e Almeida XL
S. E. Moniz da Maia & Vaz Guedes, L.da XV
SKF XVII
SMEIA . . . . . IX e XLVI
Sociedade Avanço, Lda. XVI
Sociedade Construtora Portuguesa, Ltd.ª I
Sociedade de Electricidade Brown Boveri . . . . . 4.ª da capa
Sociedade Ericsson de Portugal, Ltd.ª XLI
Sociedade Fabril de Matérias Plásticas XXIV
Sociedade Portuguesa Cavan . . . . 2.ª da capa
Socony-Vacuum Portuguesa XIV
Socotel . . . . . V e XXIII
SONAP XXXII
Sondagens Ródio, Ltd.ª XLI
SOPECATE XLII
Standard Eléctrica XLIV

V

Valadas, Lda. XXXVIII
V. T. Martins XXXVII


FUNDAÇÕES FRANKI
SOCIEDADE CONSTRUTORA PORTUGUESA, L.DA
TELEF. 76061
PRAÇA DO AREEIRO, 9, 4.º-ESQ.
LISBOA

EIMCO

Rocker Shovel
Patenteado

SIMPLICIDADE

COMPACIDADE

ROBUSTEZ

peso 17.000 kg
balde 1.110 litros

TRACTOR ESCAVADOR 105

ATÉ AO

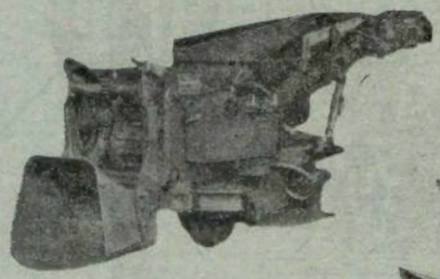
SUPERIOR A ESCAVADORA CLÁSSICA

Resolvendo o problema da carga tanto em pedreiras como em galerias e com qualquer veículo

MÍNIMO VALOR DE COMPRA
MÍNIMO CUSTO DE CONSERVAÇÃO

ENERGIA pouco consumo { AR COMPRIMIDO / ELÉCTRICA / DIESEL

ao modelo 21 a ar comprimido corresponde o modelo 630 montado sobre lagartas

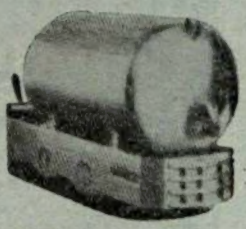


Modelo 40

Modelo 21

Modelo 12-B

Locomotiva a ar



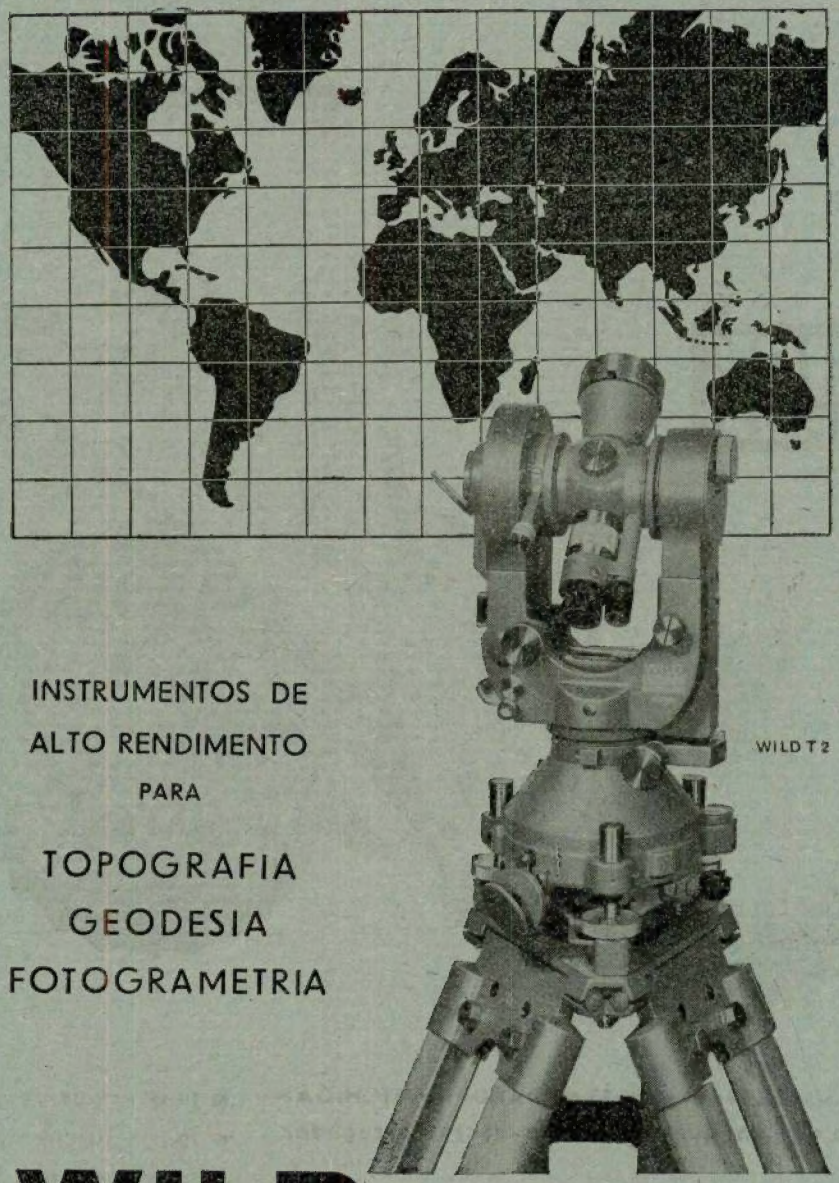
TODA A GAMA DE CARREGADORAS SUBTERRÂNEAS

Milhares de unidades trabalhando em todo o Mundo

•

AGENTE EXCLUSIVO

EDMOND DARDEL
Rua Rodrigues Sampaio, 19-4.º-B — LISBOA
Telef. 4 2289



INSTRUMENTOS DE
ALTO RENDIMENTO
PARA

TOPOGRAFIA
GEODESIA
FOTOGRAMETRIA

WILD
HEERBRUGG

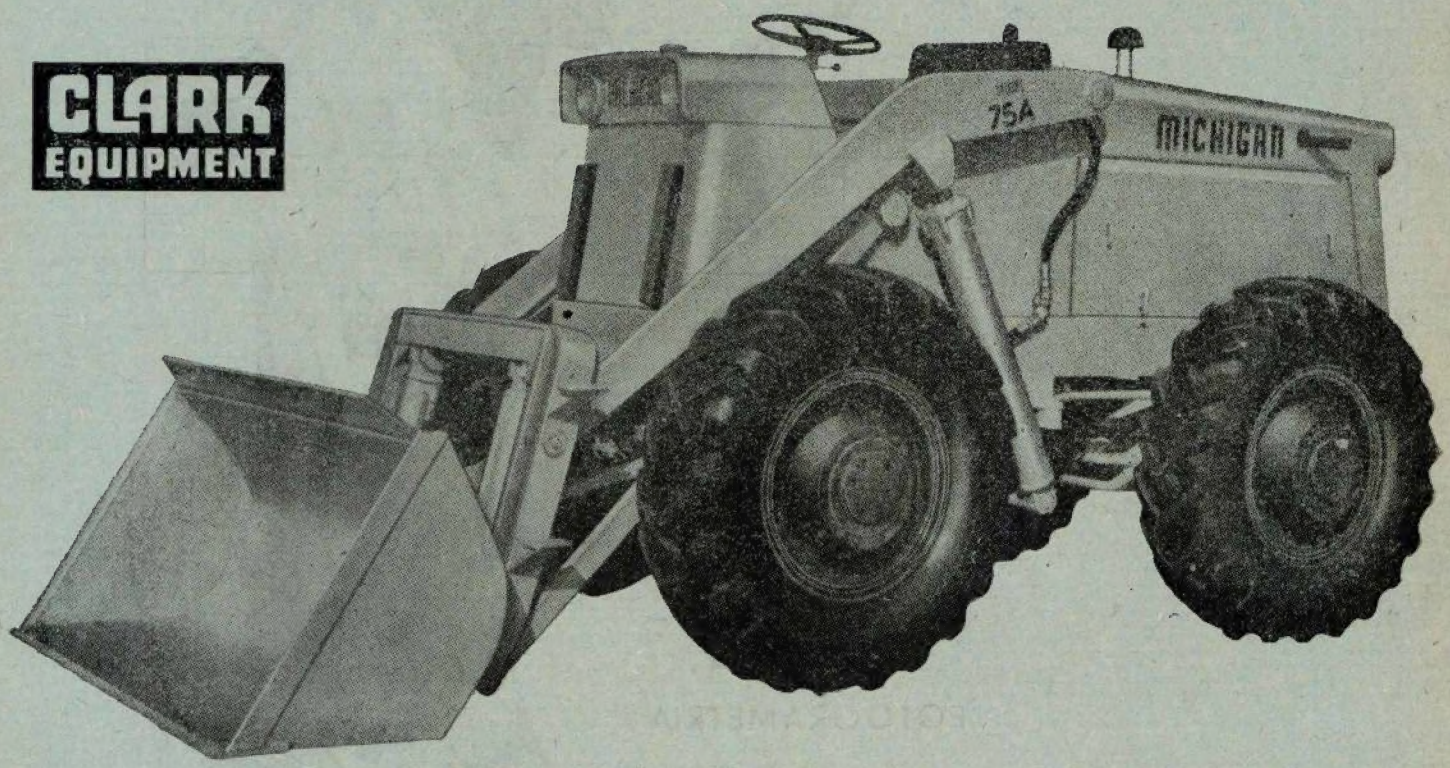
A MARCA DE PRESTÍGIO INTERNACIONAL

•

PIMENTEL & CASQUILHO, L.DA
R. DAS PORTAS DE SANTO ANTÃO, 75 — LISBOA
TELEFONE: 24314 • TELEGRAMAS: TECNA

tracto-carregador

CLARK
MICHIGAN
U.S.A.



Mais «EXTRAS» são «STANDARD» no MICHIGAN do que em qualquer outro tracto-carregador.

- DOIS FARÓIS DIANTEIROS PLENOS DE LUZ
- MUDANÇAS DE TRANSMISSÃO SEMI-AUTOMÁTICAS
- CONVERSOR DE BINÁRIO — NÃO TEM EMBRAIAGEM
- MOVIMENTO DE BALDE INDEPENDENTE DA LANÇA
- CONTA HORAS DO MOTOR
- FILTROS DE ÓLEO PARA O MOTOR E CONVERSOR
- DOIS FARÓIS TRASEIROS
- DIRECÇÃO COM AJUDA HIDRÁULICA
- DESMULTIPLICAÇÃO NOS CUBOS DAS RODAS
- INDICADOR DA POSIÇÃO DO BALDE

Motor Diesel 80 CV. — Duas velocidades de trabalho e duas de marcha, quer para a frente quer para trás — direcção às rodas traseiras — todas as rodas motoras — pneus 14 : 00 × 24 tipo terraplanagem — balde de 1 jarda cúbica, etc., etc.
Tudo isto torna o Michigan no campião de todos os tracto-carregadores de rodas ou de lagartas.

DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS:

BLACKWOOD HODGE

AV. ALMIRANTE REIS, 247 — LISBOA

Telef. 72 59 48 - 72 59 84

Equipamentos para Centrais Hidroeléctricas

DE ROLL

Société des Usines de Louis de Roll S.A.
Fábricas em Gerlafingen, Klus, Choindez, Rondez, Olten, Berne (Suiça)

Representantes em Portugal:
Socotel, Lda. Rua Sá da Bandeira, 651-4°. Esq.
Porto — Telef. 27013

Instalações completas para barragens; guindastes, guinchos e pontes rolantes; máquinas para limpesa das grades de retenção; comportas de todos os tipos; órgãos de obturação para condutas forçadas: válvulas esféricas com comando por êmbolos giratórios, válvulas-borboleta, válvulas de cunha, válvulas de gaveta anular para regulação de caudais, válvulas automáticas de segurança em caso de ruptura das condutas, válvulas de descarga de fundo; funiculares e teleféricos para o transporte de pessoas e mercadorias; máquinas de estaleiro para a construção de barragens: transportadores, britadores, crivos seleccionadores vibradores, lavadores; betoneiras; projecto de instalações completas de transporte, britagem, crivagem e lavagem.

O EMPREGO DO CIMENTO BRANCO...

permite acabamentos mais perfeitos, mais duradouros e muito mais económicos

Estude a vantagem do emprego do

CIMENTO BRANCO LUSO

Consulte os distribuidores gerais

No Sul: **SCIAL** — T. do Corpo Santo, 15 — Telef. 2 0464 — Lisboa
No Norte: **SCIAL** — R. do Bonjardim, 205 — Telef. 2 5779 — Porto

EMPRESA ELECTRO CERÂMICA — S. A. R. L.

Candal — Gaia

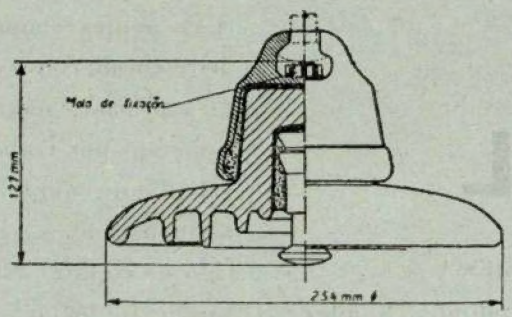
ISOLADORES DE CADEIA

Para suspensão

Tipo ACS 25

Este isolador é igual ao tipo I. B. S. 99 da firma inglesa Taylor Tunnicliff & Co., Ltd., por acordo com a qual o fabricamos

Peso aproximado: 4,3 kg cada elemento



Materiais

Porcelana vidrada em castanho.
Campânulas de ferro fundido maleável, galvanizadas por imersão a quente.
Hastes de aço macio galvanizadas por imersão a quente.
Molas de fixação de bronze fosforoso.

Sede — Largo Barão de Quintela, 3 — LISBOA

Fábrica Portugal

S. A. R. L.

LISBOA

MOBILIÁRIO METÁLICO

EM TODOS OS GÉNEROS

Instalações completas para :

Mobiliário moderno
para

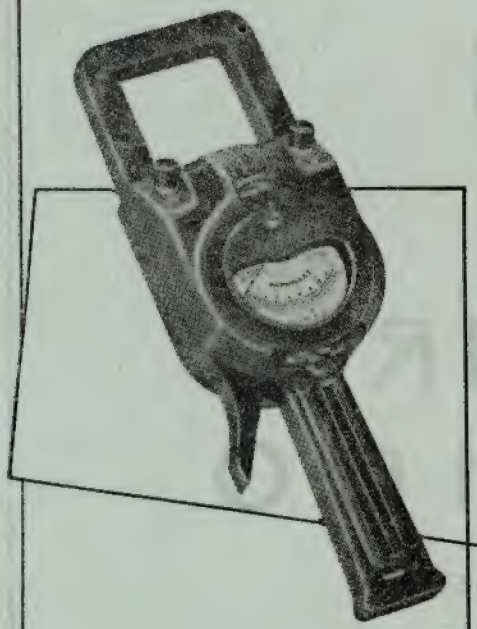
ESCRITÓRIOS
ESCOLAS
BIBLIOTECAS

CLÍNICAS
HOSPITAIS
SANATÓRIOS
CINEMAS
HOTÉIS
ESPLANADAS

SALAS DE EXPOSIÇÕES :

Rua Febo Moniz, 2 a 20 — Praça dos Restauradores, 49 a 57
Avenidas da República e Elias Garcia — Rua da Graça, 82 e 84

PINÇAS FERRANTI



PINÇAS VOLT — AMPERIMÉTRICAS

7 ESCALAS

EM AMPÈRES	EM VOLTS
0 – 10 AMPS.	0 – 150 V
0 – 25 »	0 – 600 »
0 – 100 »	
0 – 250 »	
0 – 1000 »	

PINÇA WATTIMÉTRICA

7 ESCALAS

0 – 3 KW
0 – 6 »
0 – 12 »
0 – 30 »
0 – 60 »
0 – 120 »
0 – 300 »

REPRESENTANTES:

C. SANTOS LDA.

29, AVENIDA DA LIBERDADE, 41 — LISBOA

DIVISÃO MARÍTIMA E TÉCNICA
T. DA GLÓRIA, 17 — LISBOA
160, R. STA. CATARINA, 168 — PORTO

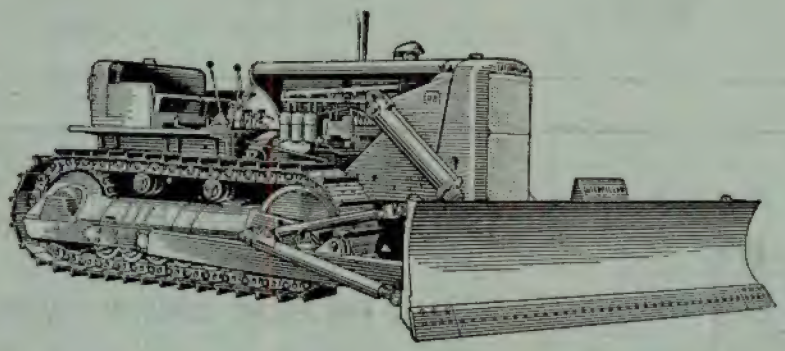
Caterpillar

MARCA REGISTADA

Tractores de rasto contínuo, com motor *Diesel*, desde 38 a 260 H. P. à barra de tracção

Equipamento industrial para a maioria dos trabalhos de movimentação de terras

Os tractores que merecem a preferência dos maiores empreiteiros portugueses



Tractor Caterpillar* D8, equipado com lâmina de bulldozer CAT* 8A

Peça informações e uma demonstração ao agente exclusivo

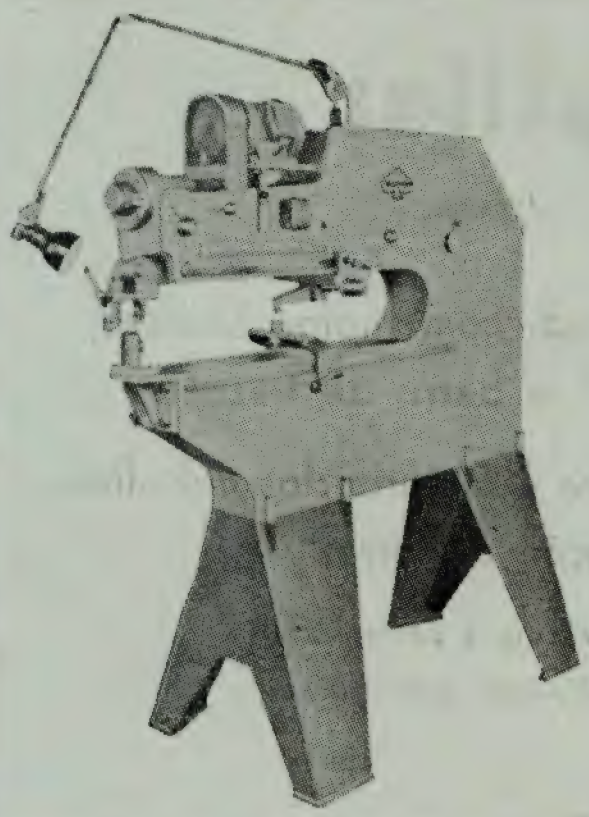
SMEIA

SOCIEDADE DE MECANIZAÇÃO INDUSTRIAL E AGRÍCOLA

S. A. R. L.

Avenida P. Manuel da Nóbrega, 8-B ✦ Telef. 72 40 53-4-5 ✦ LISBOA

* Caterpillar e CAT são marcas registadas.



TESOURAS UNIVERSAIS «TRUMPF»

para trabalhar chapa até 9 mm, em aço inoxidável, cobre, alumínio, etc.

APLICAÇÕES ESPECIAIS

Faz recortes interiores de qualquer perfil, sem perfuração Nervura, embute e reborda, etc.

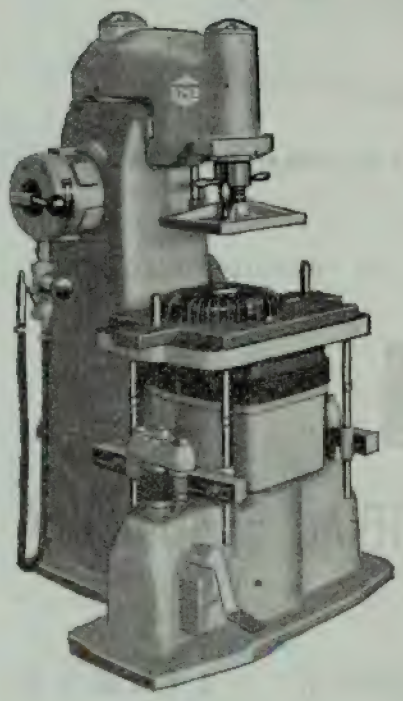
INDISPENSÁVEL EM SERRALHARIAS CIVIS, ESTALEIROS NAVAIS, FÁBRICAS DE CARROCERIAS, MÓVEIS, ETC.

ENTREGA IMEDIATA

MÁQUINAS DE PRECISÃO, L.DA

(Eng.º J. d'Arriaga de Tavares)

LISBOA	PORTO	LUANDA
R. Boa Vista, 45-49	R. Sá da Bandeira, 629	Rua Direita, 148



BADISCHE MASCHINENFABRIK A. G.

KARLSRUHE - DURLACH — ALEMANHA

INSTALAÇÕES COMPLETAS PARA FUNDIÇÕES

ESTUDO DE PROJECTOS

REPRESENTANTES

AZEVEDO & PESSI, L.DA

Rua Nova do Almada, 46 — LISBOA

Telef. 20354 - 24495 - 29879

PETRIFICANTE E HIDRÓFUGO

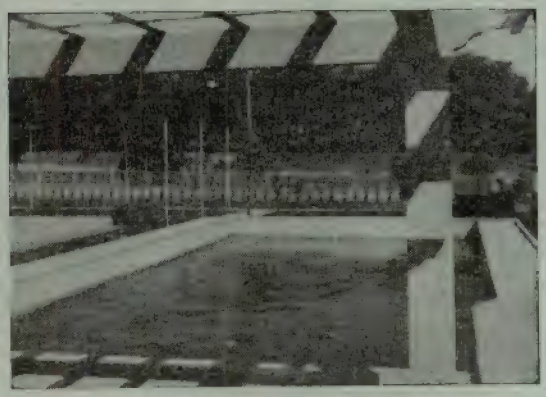
À BASE DE CIMENTO

CEMPEXO

PISCINA DO HOTEL ATLÂNTICO
ESTORIL

PISCINA EM CARCAVELOS

PINTURAS



DISTRIBUIDORES EM PORTUGAL

HENRIQUES & CASTRO, Lda.

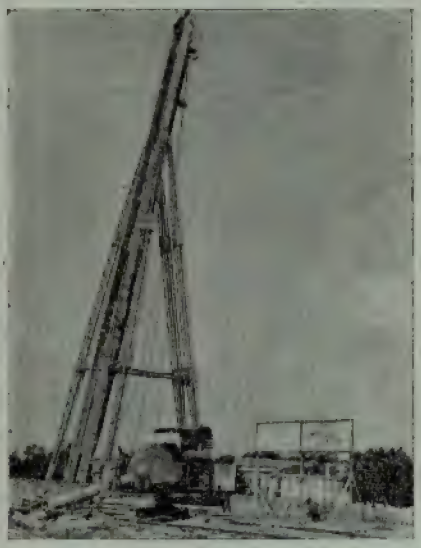
AVENIDA CONDE DE VALBOM, 96 LISBOA

TELEF. 77 50 57 - 77 50 58

CONSTRUÇÕES TÉCNICAS, L.DA

Praça do Município, 13, 3.º

LISBOA Telefone 2 2344



C. I. P.

Fundações do Edifício Principal
da Feira das Indústrias Portuguesas

Execução de estacas inclinadas, de betão armado, moldadas no terreno de $\phi = 500$ mm

Fundações

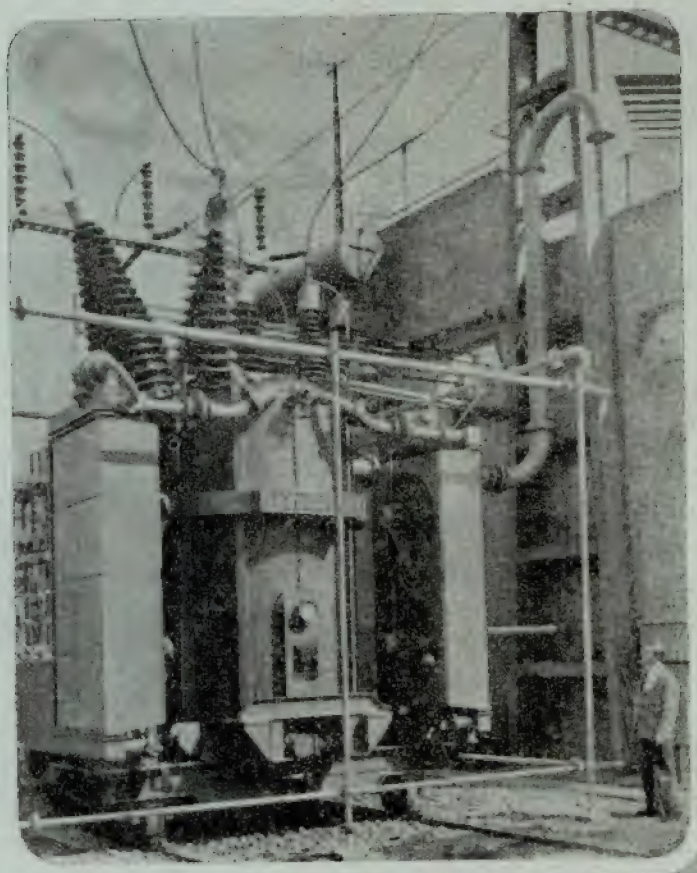
Construções Civis e Industriais

Betão Armado e Betão Pré-esforçado

Obras Públicas

SAVOISIENNE

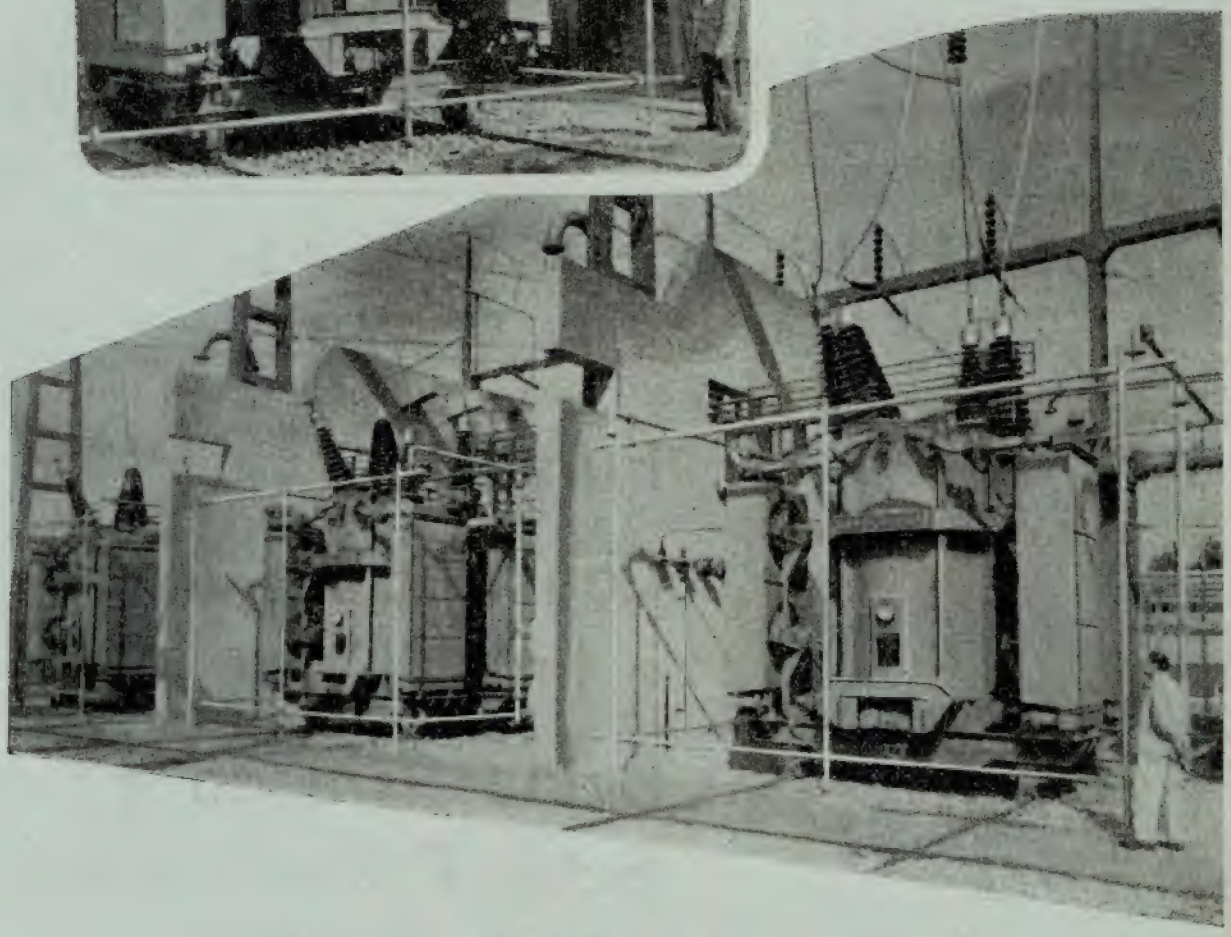
Ateliers de Construction de Transformateurs de la Compagnie Générale d'Electricité de Paris



ELECTRICITÉ DE FRANCE

Grupo de transformação, trifásico
220/150/10,5KV de

100.000 KVA



DELEGADOS

AGÊNCIA GERAL DE MATERIAL ELÉCTRICO, L.DA

Rua dos Industriais, 4-1.º (às Cortes) LISBOA Telefs. 66 06 92/66 60 82/66 06 04

LEACOCK (LISBOA), L.DA

AV. 24 DE JULHO, 16 — LISBOA

R. JOSÉ FALCÃO, 185 — PORTO

SECÇÃO DE MÁQUINAS E ELECTRICIDADE

REPRESENTANTES DE:

THE RAWLPLUG COMPANY, LTD.
Material de fixação para construção civil e mecânica.

HOOVER, LTD.
Motores eléctricos desde 1/8 até 3/4 H. P., Monofásicos e Trifásicos.

VERITYS, LTD.
Motores eléctricos desde 1 até 125 H. P

J. A. CRABTREE & CO. LTD.
Material para instalações de luz: interruptores, fichas, tomadas, etc.
Material para instalações de força: arrancadores, disjuntores, caixas, etc.

TRANSFORMERS & WELDERS, LTD.
Transformadores de todos os tipos até à potência de 3000 K. V. A. e até à tensão de 33000 Volts.

BARTON CONDUITS, LTD.
Tubo de aço para instalações electricas.

EDWARD MAC BEAN & CO. LTD.
Tubo, fita e pano de tela envernizada.

MEASURING INSTRUMENTS (PULLIN), LTD.
Amperímetros, Voltímetros, Frequencímetros, Wattímetros de todos os tipos e escalas.

F. PERKINS, LTD.
Motores Diesel marítimos.

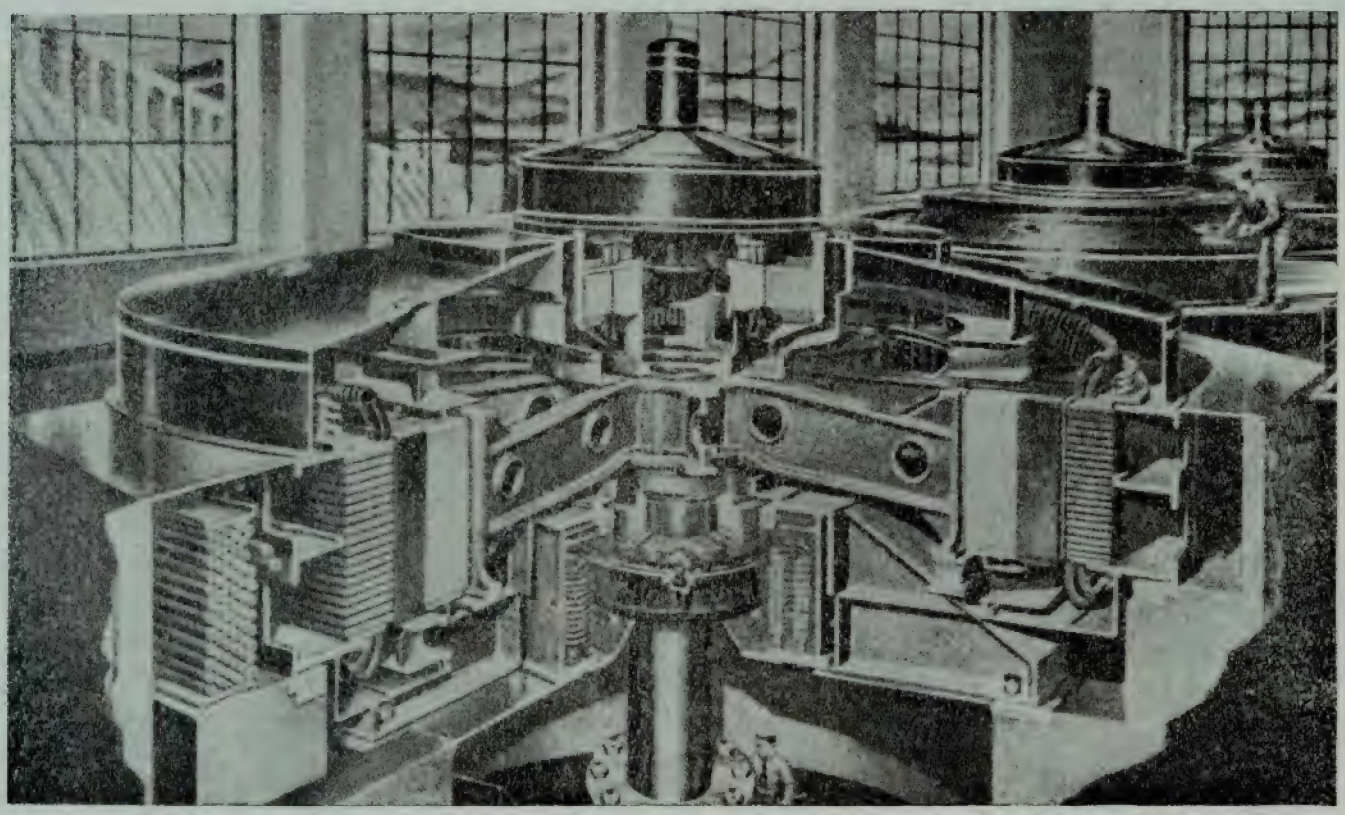
THE AUTOMATIC COIL WINDER AND ELECTRICAL EQUIPMENT CO, LTD.
Osciladores, capacímetros, texts universais, texts electrónicos, analisadores de válvulas, luxímetros, expositores para fotografias.
Máquinas para bobinar e enfitar.

GEORGE KENT
Contadores de água, de vapor e de óleo.
Tubos Venturi
Determinadores e controladores do pH, do CO_2 e pirómetros pelo processo potenciométrico.
Combustiómetros, manómetros, registadores de distâncias, medidores-registadores de caudais, medidores de orifícios em condutas para gases.

THORN ELECTRICAL INDUSTRIES, LTD.
Luz fluorescente e rádios.

ELECTRIC PANELS, LTD.
Aquecimento eléctrico

COMO PODE UM RIO DAR LUZ E FORÇA!



A gigantesca turbina hidráulica, aqui representada, capta a energia da água e acciona um gerador eléctrico que, por sua vez, fornece corrente para mover centenas de fábricas e iluminar cidades.

Trata-se de uma extraordinária máquina como muitas outras, para a lubrificação das quais os construtores recomendam os conhecidos Lubrificantes Mobil.

Mobil

LUBRIFICANTES MOBIL

2872

Mobil Oil Portuguesa

TÉCNICA

DIRECTOR: JORGE DO NASCIMENTO VALÉRIO
ADMINISTRADOR: CARLOS MANUEL DE MEDEIROS PORTELA
SECRETÁRIO: RICARDO MANUEL SIMÕES BAYÃO HORTA

Ano XXXII - N.º 272 Maio de 1957

C. D. U. 553.3./4.06

ALGUNS PROBLEMAS METALOGÉNICOS

PELO ENG.º DE MINAS (I. S. T.) DÉCIO THADEU

Professor do I. S. T.

INTRODUÇÃO

O presente estudo constitui assunto de uma prelecção — incluída num ciclo de conferências para engenheiros e licenciados em Ciências Geológicas dos Serviços de Prospecção da Junta de Energia Nuclear —, realizada em Fevereiro de 1956.

Foi-nos pedido para tratar, nesta prelecção, de problemas metalogénicos; contudo, deixou-se ao nosso critério a objectivação dos citados problemas.

Decidimos limitar-nos a questões de metalogenia endógena. Assim, em primeiro lugar, expusemos algumas teorias metalogénicas modernas, posteriores aos trabalhos clássicos de WALDEMAR LINDGREN e aos da primeira época de PAUL NIGGLI e de HANS SCHNEIDERHÖHN.

Depois, procurámos salientar as características mais importantes das metalizações típicas da zona central e norte do Maciço Hespérico, para, numa última parte, as procurarmos interpretar à luz daquelas teorias modernas.

Concomitantemente, chamámos a atenção para alguns problemas geológicos, cuja investigação constitui trabalho fundamental para qualquer estudo ou prospecção metalogénica naquela região.

Dois factos decidiram a nossa escolha: *a*) os Serviços de Prospecção da J. E. N. procedem, presentemente, a trabalhos de prospecção na referida zona; *b*) procurar atrair a atenção dos engenheiros e dos geólogos daqueles Serviços para os problemas gerais que apresenta a metalogenia do centro e do norte do País, dentro dos quais tem de encontrar explicação o da metalogenia do urânio.

Procurámos, assim, falar de assuntos de interesse imediato e, ao mesmo tempo, fornecer alguns elementos que facilitem um enquadramento racional para os estudos metalogénicos do urânio.

I PARTE — TEORIAS METALOGÉNICAS MODERNAS

Poucos serão os que, na escola, não estudaram a teoria da origem magmática dos jazigos endógenos, sob a forma clássica apresentada por W. LINDGREN, com referência a particularidades tiradas das classificações de P. NIGGLI e de H. SCHNEIDERHÖHN.

Durante muito tempo deu-se aquela teoria como estabelecida, mais ou menos, de modo definitivo, e cada um procurou aplicá-la nos seus trabalhos profissionais, umas vezes com sucesso, outras com insucesso manifesto.

Mas, em qualquer teoria científica, contam mais os insucessos do que os êxitos; por isso, cedo apareceram as críticas e as interpretações «heterodoxas», sobretudo fora da América do Norte onde, talvez, a grande projecção de W. LINDGREN impediu, por algum tempo mais, a análise crítica da sua obra.

Vamos passar, brevemente, em revista as tendências manifestadas nesses trabalhos, procurando, tanto quanto possível, seguir ordem cronológica.

1. Trabalhos de A. E. Fersman

Consideraremos, em primeiro lugar, os estudos de A. E. FERSMAN. A contribuição deste autor para o conhecimento dos jazigos endógenos, inicia-se quase no princípio do século presente, portanto paralelamente à de W. LINDGREN; no entanto, é nas obras fundamentais — «Os Pegmatitos» (1931) e «Geoquímica» (1934) —, que se encontram expostas, em conjunto, as suas concepções matalogénicas, utilizando-se dos trabalhos de LINDGREN e de NIGGLI.

Devemos, contudo, assinalar que os estudos de FERSMAN tiveram, inicialmente, pouca projecção fora da Rússia, devido ao facto de serem publicados em russo; o seu conhecimento limitou-se, durante bastante tempo, à Alemanha, onde publicara alguns trabalhos, e era conhecido, sobretudo, através das citações de autores alemães.

Foi sòmente após a última guerra, que as suas publicações tiveram a necessária divulgação; primeiramente, por um estudo em que foram expostas as características essenciais das suas concepções metalogénicas, publicado pelo geólogo belga N. VARLAMOFF (1946), a que se seguiu a tradução de «Os Pegmatitos», em 1951, levada a efeito, ainda na Bélgica, sob a direcção dos Profs. TRIEU DE TERDONCK e J. THOREAU, e a tradução parcial de «Geoquímica», em 1953-54, por R. ZVEREFF, para o *Centre d'Études et de Documentation Paléontologique*, de Paris.

O interesse que adquiriram, ràpidamente, as concepções de FERSMAN no Mundo ocidental, é evidenciado pela aplicação à prospecção mineira no Congo Belga (VARLAMOFF, 1948, 1950, 1951 e 1953), pelo apoio que as companhias mineiras belgas deram à citada tradução de «Os Pegmatitos», e pelo facto de E. RAGUIN (1949) ter considerado necessário introduzir referência a elas na segunda edição do seu conhecido tratado.

As concepções metalogénicas de FERSMAN baseiam-se nos estudos da solidificação de um magma granítico efectuados por P. NIGGLI (1920) e por J. H. L. VOGT (1922-23 e 1926) e referem-se aos jazigos de filiação granítica, em especial, aos pegmatitos.

A originalidade que encerram reside no facto de considerar, com grande ênfase, o processo da consolidação de uma magma granodiorítico e a libertação dos seus constituintes voláteis segundo linhas evolutivas paralelas, das quais resultam, por um lado, as rochas graníticas e os pegmatitos e, por outro, os pneumatolitos e os hidrotermalitos. Estas deduções apoiam-se numa soma muito importante de observações.

Vamos esboçar as linhas directrizes da teoria de FERSMAN, baseando-nos para isso no Esquema I, com o qual o Autor pretende sintetizar a evolução dos produtos do magma granítico. Eliminámos, naquele esquema, a classificação dos pegmatitos (que ficaram representados por números de ordem) e os elementos químicos típicos dos mesmos.

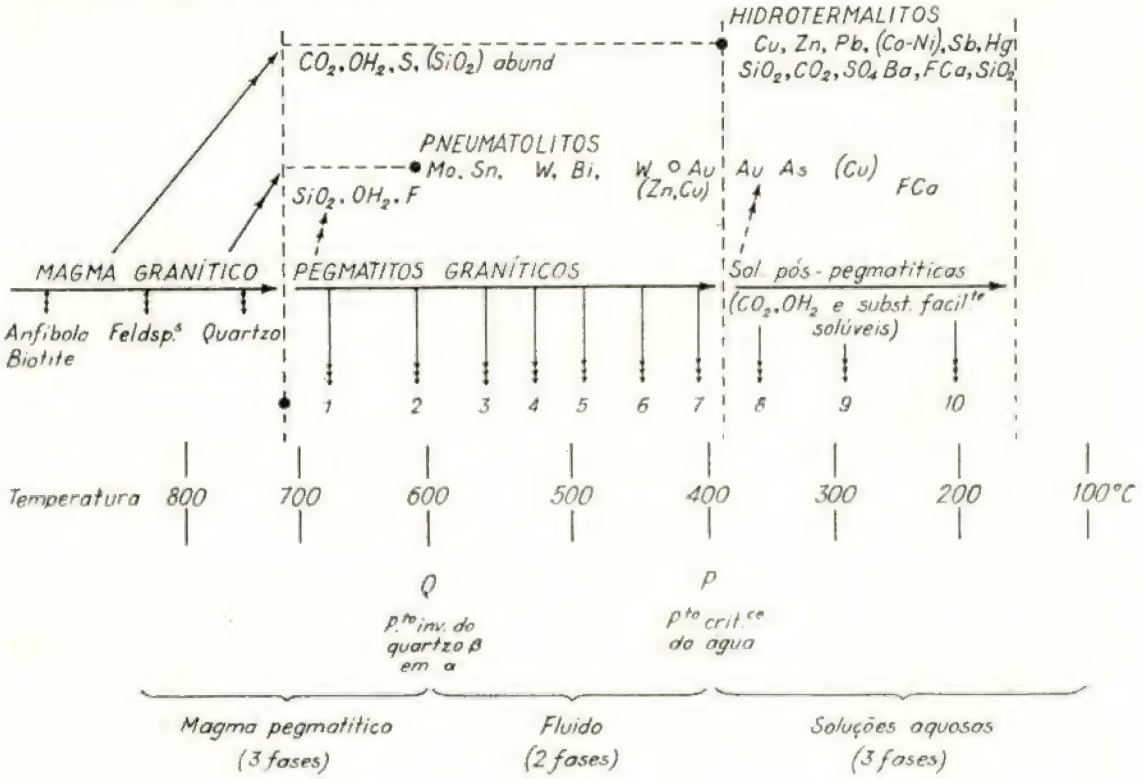
Um magma granítico, em via de arrefecimento, ao mesmo tempo que deposita, por cristalização, produtos sólidos, sofre uma destilação fraccionada, que permite a libertação de matérias voláteis (formações pneumatolíticas), cuja composição vai variando, portanto, ao longo do processo de destilação. Estas matérias evolam-se através das rochas encaixantes e estão representadas no Esquema I pelas setas duplas.

A composição do magma varia também e o seu carácter residual acentua-se progressivamente no sentido das setas simples.

Os produtos sólidos, depositados, são constituídos *a*) por concentrações de minerais, tais como magnetite, hornblenda, augite e biotite, que originam manchas escuras, de pequenas dimensões, na massa das rochas graníticas, *b*) concentrações mono-minerais provenientes da eliminação de componentes em excesso, e *c*) fundamentalmente, pelos diversos tipos de granitos, cuja composição traduzirá uma acentuação do carácter ácido; os termos finais serão representados por granitos de grão fino e microgranitos, sem biotite.

Deste modo, individualizam-se: 1) as formações pneumatolíticas (que serão, evidentemente, de diversos tipos), 2) um banho residual pegmatítico (que, no caso geral, será de tipo único), 3) as rochas graníticas. Quer dizer, a evolução do magma granítico é a de um sistema com 3 fases.

No magma residual pegmatítico, com a continuação do arrefecimento, prossegue a deposição, por cristalização, de produtos sólidos e a libertação de matérias voláteis que podem ir juntar-se às formações pneumatolíticas libertadas (seta dupla a tracejado) ou ficar retidas no próprio local de libertação (zona central do esquema I).



ESQUEMA I

Estes produtos sólidos constituem os pegmatitos, cujo início de formação é representado pelo círculo a cheio, mais à esquerda, e a que correspondem, segundo FERSMAN, os pegmatitos gráficos e os pegmatitos com alanite e monazite.

Porém, a libertação de matérias voláteis pelo magma pegmatítico não se prolonga indefinidamente.

Os estudos teóricos de NIGGLI e de VOGT mostraram que a composição da fase líquida e a da fase gasosa coincidem em dado momento, a partir do qual não é possível distinguir mais do que duas fases — sólida e líquida-gasosa ou, simplesmente, fluida. O ponto que assinala a fusão das fases gasosa e líquida é, para FERSMAN, traduzido pelo ponto de inversão do quartzo β em quartzo α — ponto Q —, que se situa, no caso mais geral e atendendo à influência da pressão, à roda de 600° C. Quer dizer, a partir desta temperatura, o magma pegmatítico originará, sòmente, produtos sólidos (pegmatitos), sem libertação de matérias voláteis.

À volta da mesma temperatura situa FERSMAN o início da deposição de substâncias sólidas por parte das formações pneumatolíticas (círculo a cheio intermédio), originando-se os filões quartzosos mineralizados por molibdenite, cassiterite, volframite, bismuto, bismutinite, scheelite e, por vezes, ouro, em associação com sulfuretos de ferro, zinco e cobre. O círculo branco marca o fim, nos casos mais gerais, da deposição pneumatolítica.

No esquema I está representada uma única série pneumatolítica; todavia, como os fluidos pneumatolíticos se originam por destilação fraccionada, os produtos da cristalização constituem, no caso mais geral, uma série de filões pneumatolíticos, de formação paralela e com início da cristalização

a temperatura cada vez mais baixa: filões com cassiterite, filões com volframite, filões com scheelite e ouro, filões com bismuto e ouro e filões cupríferos.

Evidentemente, estas sucessivas mineralizações tanto podem ocupar posições independentes no espaço, como podem suceder-se numa mesma fractura.

Prosseguindo o arrefecimento dos produtos originados pelo magma granítico, chega um momento em que a temperatura atinge o ponto crítico da água, ponto P. Abaixo desse ponto voltam a coexistir três fases; tendo em atenção a influência da pressão e das substâncias dissolvidas, FERSMAN coloca-o à volta de 400° C.

A esta temperatura, o magma pegmatítico estará reduzido a muito pouco; a sua evolução está pràticamente terminada e as soluções aquosas residuais que podem restar limitam-se a reagir com os minerais já formados e com as paredes das fracturas que as encerram.

Uma vez que voltam a existir três fases, podem libertar-se, de novo, matérias voláteis do magma residual pegmatítico, neste caso, essencialmente, vapor de água.

Paralelamente, os fluidos pneumatolíticos transformam-se em soluções hidrotermais e iniciar-se-á a deposição de produtos hidrotermais sólidos a partir daquelas soluções — hidrotermalitos —; são filões cupríferos, filões com blenda e galena, filões uraníferos com minerais de cobalto, níquel e bismuto, filões com estibina e cinábrio, com gangas quartzosas, carbonatadas ou calcedónicas.

Tal como para os pneumatolitos, de que derivam, os filões hidrotermais constituirão uma série paralela, cuja deposição se inicia a temperatura cada vez mais baixa.

Sintetizando, verifica-se que do magma granítico se individualizam, no espaço, um magma residual pegmatítico e os fluidos pneumatolíticos, que evoluem independentemente, embora ligados pela origem genética comum.

Daqui tira FERSMAN as seguintes conclusões:

a) os pegmatitos graníticos são, normalmente, acompanhados por pneumatolitos quartzosos, aos quais se encontram ligados pela mesma origem;

b) os pneumatolitos são, em regra, mais recentes (quer dizer, de cristalização mais tardia) e intersectam os pegmatitos;

c) os elementos químicos repartem-se entre aquelas duas formações de maneira bem definida;

d) os pegmatitos e os pneumatolitos passam pelas mesmas etapas de arrefecimento;

e) a separação dos dois tipos é mais vincada nos casos de pressões médias;

Na realidade, os estudos realizados por NIGGLI (1925, 1929) sobre a influência da pressão na marcha do processo, evidenciam que para altas pressões externas (grandes profundidades), se produz uma passagem progressiva do estado fluido magmático ao estado de soluções aquosas; quer dizer, não se pode efectivar a libertação dos fluidos pneumatolíticos que ficam encerrados no magma residual pegmatítico, com prejuízo das formações hidrotermais. Para baixas pressões (pequenas profundidades), a libertação pneumatolítica originar-se-á muito cedo e ràpidamente, com detrimento dos produtos pegmatíticos e pneumatolíticos.

f) há a possibilidade de existirem termos de passagem entre os pegmatitos e os pneumatolitos, como se deduz da influência da pressão;

g) nos pegmatitos graníticos concentrar-se-ão Al, Zr, T.R., Nb, Ta, Li, K, Mn, P, nos pneumatolitos Mo, W, Bi, Au, Cu, Zn, Pb, OH_2, CO_2, S; os elementos comuns aos dois grupos serão B, O, F, Si, Cl, Sn, Mo, U.

Quer dizer, enquanto os pegmatitos se enriquecem em elementos ácidos, dá-se a concentração de metais nos pneumatolitos (sobretudo sob a forma de sulfuretos), por via de extracção ácida realizada pelos vapores de água, hidrogénio, anidrido carbónico, ácido sulfídrico, com arrastamento de sílica.

Os pegmatitos passam, por vezes, a apófises de quartzo estéreis, enquanto os pneumatolitos dão origem aos filões metalíferos mais típicos — os hidrotermalitos.

Apoiado num conjunto de observações muito importante, FERSMAN estabeleceu um diagrama, tendo em abcissas as condições físico-químicas que presidem ao processo de arrefecimento e dife-

renciação, e em ordenadas os minerais característicos — tipomorfos — dos diversos tipos naturais de pegmatitos e de pneumatolitos-hidrotermalitos.

Este diagrama, a que deu o nome de «chave geoquímica ou diagrama geoquímico dos magmas granodioríticos», permite comparar entre si os diversos jazigos de filiação granítica e, o elevado número de jazigos observados em que se baseou, dá-lhe um valor estatístico que não é das características menos importantes do seu trabalho.

Estuda, também, o Autor, a distribuição das mineralizações dentro e em torno dos batólitos graníticos; consegue, assim, dar uma explicação, em função das condições físico-químicas em que se opera a diferenciação dos produtos graníticos, da regra da distribuição zonar das mineralizações, enunciada de modo empírico por J. E. SPURR (1907), e retomada, mais tarde, por NIGGLI (1925, 1929) e por W. H. EMMONS (1937).

Consegue explicar certas anomalias, nessa distribuição, sem necessidade de recorrer à criação de tipos genéticos especiais como acontece noutras classificações.

Apesar de estar baseada em deduções físico-químicas meramente teóricas e da sua teoria não se poder considerar plenamente perfeita, FERSMAN conseguiu estabelecer uma doutrina sobre a génese dos jazigos de filiação granítica que se tem revelado, sem contestação, de grande valor, quer na prospecção, quer no estudo dos jazigos minerais, sobretudo, dos jazigos pneumatolíticos.

2. Trabalhos americanos posteriores a Lindgren

Na América do Norte as concepções sobre a origem dos jazigos minerais endógenos foram profundamente influenciadas, como dissemos, pelas ideias de LINDGREN.

No entanto, C. H. WHITE (1941 e 1945) defendeu a origem das mineralizações endógenas sem dependência genética das rochas magmáticas. Muito sumàriamente, este Autor admite uma acumulação dos minérios em profundidade, durante a fase de consolidação da crusta terrestre, e a sua intrusão posterior nas zonas fracturadas ou esmagadas da litosfera. Deste modo, as relações entre os jazigos e as rochas endógenas seriam estruturais e não genéticas.

Também, J. S. BROWN (1948, 1950), numa comunicação ao XVIII Congresso Internacional de Geologia (Londres), apresentou uma hipótese, em oposição à teoria hidrotermal de LINDGREN, baseada no estudo das paragéneses e do zonamento das mineralizações, que tenta explicar em função dos pesos específicos e da volatilidade dos minerais. Conclui pela origem independente dos jazigos de sulfuretos, de óxidos (minérios de ferro) e de silicatos (pegmatitos, jazigos de Sn e de W).

Relativamente aos Estados Unidos, citaremos ainda os trabalhos de HARRISON SCHMITT (1950), que se ergueu contra as teorias uniformistas da génese dos jazigos endógenos, *verbi gratia*, a de LINDGREN.

H. SCHMITT assinala o facto de certos tipos de jazigos parecerem ter-se originado, sòmente, numa dada época geológica, fora da qual não se encontram jazigos que se lhes assemelhem.

É o tipo dos jazigos hidrotermais epitermais de LINDGREN que lhe sugere críticas mais severas e cuja relação com os jazigos mesotermais, do mesmo metalogenista, não se verifica na prática.

O estudo dos fenómenos de deposição de minerais e de alteração das rochas encaixantes relacionados com as fumarolas e as nascentes termais, leva-o a admitir que o tipo referido de jazigos, exclusiva ou quase exclusivamente, de idade geológica limitada ao Terciário, resultaria da interacção de fluidos fumarólicos e hidrotermais com as águas vadosas, com influência marcada do tipo de rochas em que aqueles circulam.

Este processo genético explicaria, fàcilmente, a posição de independência em que tais jazigos se encontram em relação às intrusões magmáticas e aos restantes jazigos hidrotermais, as mineralizações complexas que muitas vezes se observam neles, as suas texturas típicas e a sua pouca profundidade em comparação com a extensão lateral.

3. Teoria de C. J. Sullivan

Em 1948, surge, na Austrália, uma outra voz discordante, a de C. J. SULLIVAN, pretendendo orientar em sentido diferente das teorias orto-magmáticas a classificação genética dos jazigos minerais. O trabalho deste autor suscitou viva discussão; embora as hipóteses apresentadas sejam discutíveis, nem por isso as críticas feitas às teorias clássicas são menos válidas.

SULLIVAN, baseando-se na hipótese de origens diferentes das rochas graníticas (origem magmática), admite que os elementos químicos se distribuiram pelas diferentes capas litológicas da Terra em função das suas afinidades geoquímicas, numa época pre-geológica, como foi definido por V. M. GOLDSCHMIDT (1933).

Posteriormente, durante os tempos geológicos, os fenómenos vulcânicos acarreariam elementos calcófilos e siderófilos para a crusta siálica, perturbando o equilíbrio e provocando reajustamentos, traduzidos pelas granitizações.

Deste modo, se explicaria, segundo SULLIVAN, a variação de tipo dos jazigos minerais em função dos tempos geológicos, assim como o enriquecimento relativo dos elementos calcófilos e siderófilos em jazigos mais recentes e o empobrecimento relativo dos elementos litófilos nos mesmos jazigos.

4. Trabalhos de Hans Schneiderhöhn

As concepções de SCHNEIDERHÖHN filiam-se na teoria clássica de LINDGREN. Este metalogenista alemão e PAUL NIGGLI desenvolveram e aprofundaram os princípios teóricos enunciados por LINDGREN em 1906.

Os trabalhos clássicos destes autores, apresentam, com efeito, poucas diferenças de princípios em relação aos de LINDGREN, a não ser por um desenvolvimento mais largo dos aspectos teóricos de que resultou uma classificação mais complexa e de mais difícil aplicação prática que a do metalogenista americano.

Como acontecera na América, também na Europa as teorias de SCHNEIDERHÖHN-NIGGLI não conseguiram explicar cabalmente todos os tipos de jazigos minerais; permaneceu, sobretudo, um tipo de jazigos (os filões alpinos) cuja interpretação não era fácil dentro do quadro daquela teoria, tal como na América HARRISON SCHMITT mostrara para os congeneres filões epitermais.

SCHNEIDERHÖHN tentou, em 1941, explicar essas mineralizações «aberrantes» por uma *mineralização hidrotermal secundária*, independente no tempo e, em parte, no espaço, de influências magmáticas; desenvolveu esta mesma hipótese em 1951 e, sobretudo, em 1952, com a apresentação de uma teoria geo-tectónica para a classificação dos jazigos endógenos.

SCHNEIDERHÖHN estuda a distribuição das mineralizações em função da história geo-tectónica da litosfera, retomando assim as considerações apresentadas em 1936 por F. BLONDEL no seu clássico trabalho «La Géologie et les Mines des Vieilles Plateformes»; chega à conclusão de que cada orógenia tem a sua metalização própria, embora não necessàriamente primária, que procura relacionar com as teorias tectónicas de HANS STILLE.

Pelo estudo da distribuição das mineralizações na litosfera, conclui que, depois do Câmbrico, apenas uma ou duas orogenias principais deram origem a concentrações metalíferas primárias: na Eurásia, a orogenia varisca ou hercínica, do fim do Paleozóico, bem como na Austrália oriental e na Tasmânia; na América do Norte, as orogenias nevádica (fim do Jurássico) e larâmica (Rocky Mountains, fim do Cretácico), esta última igualmente na América do Sul.

Desta comparação entre a distribuição das metalizações e dos diversos orógenos, SCHNEIDERHÖHN chega à seguinte classificação:

I — Jazigos magmáticos do séquito normal de um orógeno antigo.
A estes é aplicável a classificação clássica de SCHNEIDERHÖHN.

II — Jazigos de reconstituição num orógeno regenerado.
Provenientes da renovação dos jazigos magmáticos dos orógenos antigos, cujas minerali-

zações são dissolvidas e depositadas de novo, por regeneração geo-tectónica, em zonas mais elevadas e mais recentes da crusta terrestre.

1. Jazigos reconstituídos epirogènicamente ou jazigos hidrotermais secundários numa cobertura não enrugada mas que sofreu fracturas epirogénicas.
2. Jazigos reconstituídos de tipo alpino nos orógenos recentes, formados a partir dos jazigos preexistentes nas zonas revolvidas do orógeno antigo.
   a) de modo simplesmente tectónico mais ou menos metamórfico, sem magmatismo essencial nos orógenos recentes;
   b) de modo pseudo-magmático mais ou menos palingenético nos orógenos recentes com muito magmatismo.

III — Jazigos de origem metamórfica nos escudos antigos precâmbricos.

Como dissemos, foram as dificuldades encontradas para explicar as mineralizações alpinas dentro do quadro genético clássico, que conduziram SCHNEIDERHÖHN aos conceitos de «jazigos hidrotermais secundários» e de «jazigos pseudo-hidrotermais» (1941, p. 307-308).

Tais mineralizações tinham sido consideradas, por FERSMAN, anteriormente fora do processo magmático, atribuindo-lhes uma formação por secreção lateral, realizada pela acção de vapor de água e de anidrido carbónico sobre as rochas encaixantes (VARLAMOFF, 1946, p. 126):

Em conclusão, foi desenvolvendo aqueles conceitos e procurando estabelecer as relações entre as mineralizações e a história orogénica das regiões onde ocorrem que SCHNEIDERHÖHN (1952) estabeleceu a classificação geo-tectónica atrás exposta.

As dificuldades encontradas na interpretação genética das mineralizações alpinas não são, como é lógico, exclusivas destas e tem-se procurado aplicar a recente teoria daquele metalogenista alemão a outras regiões.

Assim, BOLZE & SCHNEIDERHÖHN (1951) interpretaram, à luz do conceito de «hidrotermalismo secundário», os jazigos de blenda-galena-pirite dos montes Téboursouk, na Tunísia.

J. GEFFROY (1951) procedeu de igual modo para os filões de barita da região de Lozère (França), encaixados em terrenos liássicos.

GEFFROY & SARCIA (1954, p. 148) admitiram, ainda, um tipo de jazigo uranífero «hidrotermal--secundário» constituído, essencialmente, por minérios uraníferos oxidados.

5. Teoria de Djalma Guimarães

Os estudos da origem dos maciços graníticos brasileiros e dos jazigos minerais com eles relacionados, conduziram o professor brasileiro DJALMA GUIMARÃES, a concepções originais no que se refere à gènese daqueles jazigos.

Foi no II Congresso Panamericano de Engenharia de Minas e Geologia (Petrópolis, 1946) que o referido Autor propôs nova teoria metalogénica a que, aliás, vinha dando forma, há bastantes anos, através de numerosos estudos (1937, 1938*a*, 1938*b*, 1947, 1949 e 1952).

O essencial dessa teoria encontra-se exposto, de modo sucinto, em trabalho publicado na conhecida revista norte-americana *Economic Geology* (1947). Este mesmo trabalho, refundido, foi reeditado em 1952, na *Revista da Escola de Minas de Ouro Preto.*

Antes de expormos, muito resumidamente, as concepções de D. GUIMARÃES, devemos salientar que a nova teoria metalogénica não se aplica aos jazigos ortomagmáticos de NIGGLI ou magmáticos--líquidos de SCHNEIDERHÖHN, em relação com fenómenos de segregação em magmas básicos, para os quais, aquele cientista, aceita as ideias clássicas.

A discordância do Autor citado com as teorias magmáticas clássicas, resultou como dissemos, do estudo da petrogénese dos maciços graníticos brasileiros.

Este estudo levou-o a concluir que a origem daqueles só poderia ser explicada por fenómenos

de metamorfismo profundo, conduzindo a uma substituição metassomática operada sobre os minerais das rochas que desceram nas zonas profundas dos geossinclinais, qualquer que seja a natureza das mesmas.

D. GUIMARÃES adopta, portanto, um ponto de vista transformista para a génese dos maciços graníticos, cujo processo se traduzirá pela substituição de plagioclase e minerais ferromagnesianos por microclina, quartzo e moscovite.

O desenvolvimento do fenómeno de granitização seria provocado ou, pelo menos, muito facilitado pelo processo de destilação da água de constituição dos silicatos e de embebição das rochas descidas nos geossinclinais e pelas emanações magmáticas que o magma fundamental (possìvelmente de composição basáltica) destilaria através daquelas rochas, levadas ao contacto com este magma pelo processo de formação dos geossinclinais.

As referidas emanações magmáticas serão, naturalmente, constituídas pelas substâncias mais voláteis do magma basáltico, ricas de Cl, B, F, SH_2 e de natureza ácida. Não é de supor, contudo, que sejam ricas em elementos metálicos, constituintes de jazigos minerais.

A esta ideia fundamental clássica opõe-se o facto de não serem conhecidas concentrações desses elementos nas fases ácidas (granofíricas e até graníticas) provenientes de incontestável diferenciação de magma básico. Antes, pelo contrário, essas fases (granófiros, riólitos e dacitos) mostram-se particularmente pobres daqueles elementos.

Outro facto é apontado por D. GUIMARÃES como opondo-se à concentração dos referidos elementos metálicos nos magmas residuais ácidos e naquelas emanações. Este facto, aliás aceite pelas teorias magmáticas clássicas, é a segregação prococe de sulfuretos e óxidos metálicos nos magmas básicos devido a imiscibilidade, donde resulta a formação dos jazigos ortomagmáticos ou magmáticos-líquidos.

Em apoio da origem não magmática dos referidos elementos metálicos, cita, o mesmo Autor, os estudos realizados sobre os respectivos ciclos geoquímicos, que mostram não alcançarem teores excepcionais nas rochas magmáticas muitos daqueles elementos metálicos. Para bastantes deles notam-se, mesmo, teores mais elevados nas rochas sedimentares.

Para aquele metalogenista, as emanações magmáticas, de natureza ácida, lixiviando todos os tipos de rochas, promovem dissoluções e precipitações que facilitam o processo de granitização e, ao mesmo tempo, avolumadas pela adição da água de constituição libertada no processo da metassomatose granitizante, dissolvem os referidos elementos metálicos e os seus compostos, dispersos na massa das rochas percoladas.

Deste modo, os elementos típicos dos jazigos minerais são concentrados e transportados por aquelas emanações magmáticas, mas não têm origem magmática.

Concomitantemente, o processo de metassomatose granitizante transforma a natureza das emanações magmáticas originais. Além de serem avolumadas pela adição da água libertada naquele processo, fixam o K, em profundidade, e promovem a migração do Na e do Ca, conjuntamente com os elementos metálicos, para zonas mais elevadas da crusta terrestre.

Estas emanações atingem as rochas da auréola exterior da área granitizada, ainda ácidas. A sua neutralização é, todavia, promovida progressivamente pela formação de compostos voláteis e fixação do F, Cl e Bo sob a forma de minerais como a fluorite, a lepidolite, o topázio, a turmalina, a moscovite, etc.

A fixação destes metalóides e o enriquecimento progressivo em Na, Ca e Mg acaba por torná-las alcalinas.

Nas zonas mais profundas dá-se, pois, a dissolução e a concentração dos elementos metálicos, dispersos nas rochas lixiviadas, pelas emanações magmáticas.

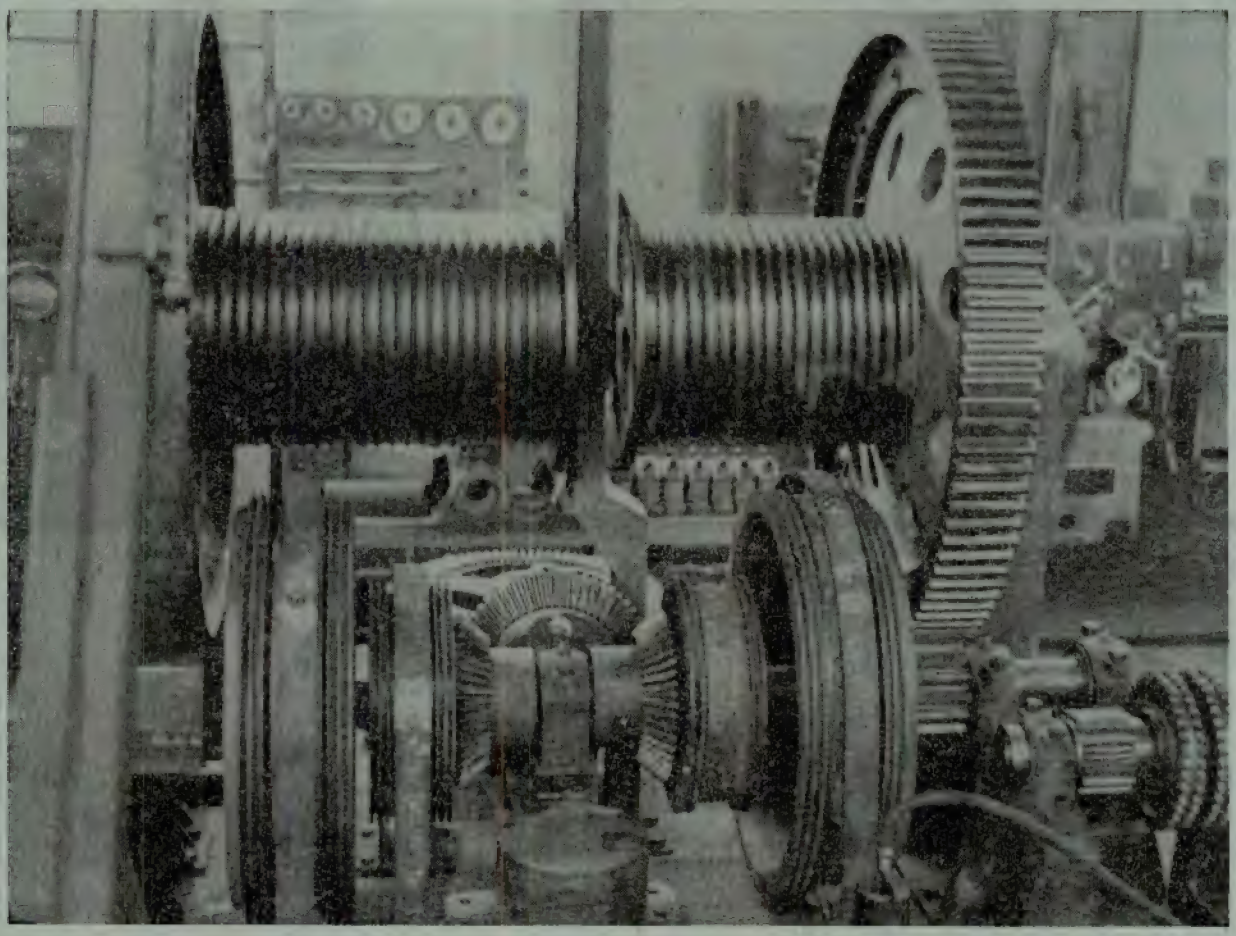
Realizando-se esta parte do processo metalogénico nas zonas profundas dos geossinclinais, toma particular importância a lixiviação das rochas sedimentares e, portanto, a afinidade geoquímica que os elementos metálicos dos jazigos minerais possam apresentar para aquele tipo de rochas.

Durante o movimento ascensional das referidas emanações, continuar-se-ão a produzir processos metassomáticos entre aquelas e as rochas atravessadas, quer em condições pneumatolíticas,

MAGUE

S. E. MONIZ DA MAIA & VAZ GUEDES, L.DA

Alverca—Portugal



Conjunto Mecânico de Grua Diesel de 8 T

PROJECTO E FABRICO DE

PONTES ROLANTES

GUINDASTES

GRUAS, DERRICKS E GUINCHOS

APARELHOS DE ELEVAÇÃO ESPECIAIS

CONSTRUÇÕES METÁLICAS PESADAS

Os novos

TEODOLITOS KERN

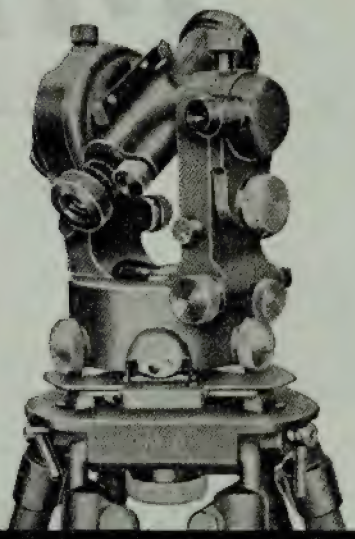
NÃO SÃO APARELHOS REPETIDORES
MAS SIM TEODOLITOS DE CÍRCULO-DUPLO.

RESULTADO:

MAIOR PRECISÃO E UM TRABALHO
MUITO MAIS SIMPLES E MAIS RÁPIDO

FABRICO Kern AARAU SUÍÇO

TEODOLITO KERN DKM 1
DE CÍRCULO-DUPLO



REPRESENTANTES EM PORTUGAL:

EMILIO DE AZEVEDO CAMPOS & CA., LDA.

CASA FUNDADA EM 1854

R. SANTO ANTÓNIO, 137-145 - **PORTO**
R. ANTERO DE QUENTAL, 17-1.º - **LISBOA**

TEODOLITOS DE VÁRIOS TIPOS
TAQUEÓMETROS AUTO-REDUCTORES
NÍVEIS DE ÓCULO
ALIDADES, PRISMAS, ETC.

AVANÇO L.da
11 RUA IVENS 13
TELEF 20354-LISBOA

EQUIPAMENTOS para:

- indústria alimentar
- indústria farmacêutica
- indústria metalúrgica
- indústria química

CONSULTE OS NOSSOS SERVIÇOS TÉCNICOS E COMERCIAIS, SEM COMPROMISSO, SEMPRE QUE DESEJE ADQUIRIR EQUIPAMENTO INDUSTRIAL

Sociedade Avanço Limitada

Oficina e Laboratórios

do

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDES, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO de ELECTROTECNICA, fornecem todo o género de material escolar de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA-ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público.

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

quer hidrotermais, em função da variação das condições físicas — temperatura e pressão. Atingida, na crusta terrestre, a zona de deformação estrutural, o encaminhamento das emanações será dirigido pela estrutura das rochas atravessadas; quer dizer, estas imprimirão uma orientação estrutural ao movimento daquelas.

Parece-nos que a originalidade das concepções de DJALMA GUIMARÃES reside, essencialmente, no facto de atribuir origens diferentes aos elementos metálicos, concentrados nos jazigos minerais, e ao veículo que os movimenta através da crusta terrestre.

Assim, aqueles provirão, fundamentalmente, dos sedimentos acumulados nas fossas geossinclinais e o último da actividade magmática (básica) que se verifica em relação com essas fossas.

Como o Autor salienta, os maciços graníticos passam a desempenhar um papel passivo no processo metalogénico. Não serão mais que um dos resultados do processo geo-tectónico que, igualmente, determina a formação dos jazigos minerais endógenos e, uma vez estabelecidos, podem ser atingidos pelo processo de formação metalogénica, como qualquer outro tipo de rocha.

As relações entre os jazigos minerais e a tectónica regional, a noção de província metalogénica e os fenómenos de recorrência de mineralizações por remobilização dos elementos metálicos não só encontram, dentro da teoria exposta, uma explicação lógica, mas ainda se apresentam explìcitamente como seus corolários.

Estes aspectos não encontram explicação cabal dentro do esquema magmático clássico e levaram, como vimos, SCHNEIDERHÖHN a propor uma classificação metalogénica geo-tectónica procurando, contudo, mantê-la dentro do esquema magmático clássico, recorrendo para isso à noção de hidrotermalismo secundário.

Muito recentemente, o americano G. E. GOODSPEED (1952), estudando as relações entre granitização e mineralização, sugeriu, de igual modo, que os sedimentos acumulados nos geossinclinais poderiam ser a rocha-mãe dos elementos metálicos acumulados nos jazigos minerais endógenos e a água de hidratação dos minerais constituintes daqueles sedimentos a origem dos fluidos hidrotermais.

6. Teorias metassomáticas

Faremos referência, sob esta epígrafe, a alguns estudos que pretendem explicar a formação de jazigos endógenos por processos inteiramente metassomáticos, resultantes de metamorfismo regional.

Citaremos, apenas, dois estudos. Estes incidem sobre tipos de jazigos muito diferentes, um sobre jazigos de volfrâmio, do tipo clàssicamente incluido na categoria de jazigos pneumatolítico-hidrotermais, o outro sobre jazigos de cromite, magnetite e platina do tipo normalmente classificado como de segregação magmática.

O primeiro dos estudos referidos, da autoria de MAURICE WEPPE (1951), refere-se aos jazigos franceses de Puy-les-Vignes (Haute-Vienne) e de Châtaigneraie (Leucamp), que procura explicar por uma hipótese inteiramente metassomática.

Aquele autor, admite que os citados jazigos resultariam de um metamorfismo granitizante, por remobilização dos elementos metálicos, interessados na mineralização, dispersos nas rochas vizinhas das concentrações actuais.

Este estudo, qualquer que seja o valor que se possa atribuir à hipótese metalogénica formulada por M. WEPPE, tem interesse para nós, porquanto existem numerosos jazigos portugueses idênticos ao de Châtaigneraie e mesmo o jazigo, mais particular, de Puy-les-Vignes encontra contra-partida no nosso País: o jazigo da Borralha (Montalegre e Vieira do Minho) que, pelo menos, morfològicamente, é muito análogo ao jazigo francês.

O frequentemente citado «stockwerck» da Borralha não é, na realidade, um *stockwerck* mas sim um «pipe» bréchico ([1]).

([1]) Devemos à gentileza do Director Adjunto das Minas da Borralha, Sr. Louis Fromant, e ao nosso colega e amigo, Eng.º Manuel Neves Ferro, o conhecimento do jazigo volframítico da Borralha. A correcta determinação da natureza morfológica da zona do jazigo designada, na bibliografia, por *stockwerck da Borralha* cabe àquele nosso colega.

O outro trabalho incide sobre o modo de formação do Complexo do Bushveld, na União Sul Africana, e deve-se a S. VAN BILJON (1949). O mesmo autor voltou a tratar um aspecto particular do assunto muito recentemente (1955).

A formação do Complexo do Bushveld tem sido, como é bem conhecido, explicada por cristalização e diferenciação gravitacional de um magma básico, e as mineralizações, com ele relacionadas (cromite, platina, magnetite), atribuídas, na maior parte, a processos de segregação magmática.

VAN BILJON rejeita qualquer interpretação magmática para a origem daquele complexo e propõe, como explicação mais plausível, a transformação metassomática, *in situ*, de uma espessa formação sedimentar. O mesmo processo estaria na origem dos jazigos minerais com ele relacionados.

7. Conclusão

Ao chegarmos ao fim desta exposição, assaz longa, de teorias metalogénicas, a primeira impressão que fica é de algo bastante confuso. Parece-nos andar a ciência dos jazigos minerais à procura de um rumo que teima em fugir-lhe, como se este ramo da ciência ainda não se tivesse concretizado como tal. Quase se é levado a formular a interrogação — não estará ainda a ciência dos jazigos minerais na sua fase de *alquimia?*

Por outro lado, os resultados concretos a que tem conduzido na prospecção, na pesquisa e no desenvolvimento da exploração de jazigos minerais provam-nos que aquelas teorias podem conduzir a resultados concretos. Quanto a nós, é, fundamentalmente, a causa e o mecanismo inicial da génese dos jazigos minerais endógenos que se encontra em discussão e menos os processos evolutivos que conduzem à constituição dos diferentes tipos de jazigos.

Quer-nos parecer constituir confirmação deste modo de encarar o estado actual da ciência dos jazigos minerais, o facto de as linhas gerais da sistematização dos diversos tipos de jazigos endógenos persistir desde longa data; enquanto, a origem das metalizações e o processo inicial da formação dos mesmos tem dado lugar a periódicas revisões e debates entre a origem magmática e a origem metassomática desde, podemos dizer, que ÉLIE DE BEAUMONT (1847) lançou os fundamentos das modernas teorias metalogénicas.

Sob a égide das concepções magmáticas, que atribuem os fluidos mineralizantes a processos de diferenciação magmática, a ciência dos jazigos minerais teve, durante os primeiros quarenta anos do presente século, um desenvolvimento extraordinário, constantemente estimulado pela necessidade premente de descobrir novas reservas para os jazigos já conhecidos e de localizar outros jazigos que compensassem os que a exploração ia esgotando.

Os métodos de estudo aperfeiçoaram-se extraordinàriamente. O emprego generalizado do microscópio com luz reflectida, as experiências laboratoriais sobre as condições físicas de estabilidade de numerosas espécies mineralógicas ou da sua reprodução laboratorial, o estudo prático de vários sistemas químicos com grande importância metalogénica, estão na base daquele desenvolvimento.

Não obstante, não foi possível estabelecer, dentro das concepções magmáticas, uma teoria genética para os jazigos minerais endógenos que satisfizesse plenamente e, assim, houve sempre pontos importantes de discórdia.

Embora, como dissemos, dentro das concepções magmáticas, se tenha obtido relativa concordância na sistematização dos diversos tipos de jazigos endógenos, mesmo neste campo restrito encontraram-se numerosos casos aberrantes, interpretados de modo diverso consoante os autores. Estes factos foram salientados, de modo particularmente feliz, numa exposição crítica dos diversos tipos de jazigos apresentada por P. RAMDOHR (1937).

Assim, quando as teorias metassomáticas da granitização tomam grande desenvolvimento, a seguir aos trabalhos de PERRIN & ROUBAULT (1937, 1939 e 1951), as concepções metalogénicas magmáticas encontravam-se já perante uma série importante de factos que não conseguiam explicar e que suscitavam numerosas e graves críticas.

Todavia, enquanto as teorias metassomáticas da petrogénese ganhavam adeptos, as mesmas teorias eram olhadas com desconfiança por parte dos metalogenistas.

Ainda muito recentemente McKinstry (1955, p. 806), na mensagem presidencial dirigida à *Society of Economic Geologists*, dizia: «O facto de a maior parte dos geólogos mineiros não ter, ou ainda não ter, aderido aos novos pontos de vista (metassomáticos) pode significar duas coisas: o poder de observação e de raciocínio dos geólogos mineiros encontra-se embotado por longa doutrinação de teorias erradas, ou muitos dos factos observados não lhes facilitaram a sua explicação por difusão em larga escala. Porém, há uma terceira hipótese mais benévola tanto para os geólogos mineiros como para os méritos da secreção lateral, baseada no facto de só recentemente terem sido reconhecidas devidamente as possibilidades da difusão em larga escala.»

Presentemente, a origem metassomática dos maciços graníticos tende a impor-se de modo preponderante. O estudo de A. Demay (1955), sobre as condições físicas que presidem à formação dos maciços graníticos, parece-nos bastante convincente a este respeito.

Não obstante, não cremos que a relutância dos geólogos mineiros em aceitar teorias metassomáticas extremas se encontre inteiramente justificada nas razões, acima expostas, de McKinstry.

Sem dúvida, dentre os jazigos minerais endógenos, os mais numerosos, mesmo os mais importantes, são os filonianos, isto é, o tipo de jazigos onde a concentração dos elementos metálicos se produziu, certamente, por substituição metassomática mas também por precipitação, a partir de soluções. Julgamos ser a importância que esta última tem naquele tipo de jazigos que explica a desconfiança dos geólogos mineiros em face das teorias metassomáticas extremas.

Os progressos da petrologia obrigam-nos, porém, a abandonar as concepções magmáticas clássicas e levam-nos a admitir uma origem diferente da proposta por aquelas para os fluidos mineralizados e elementos metálicos neles concentrados. Não podemos desconhecer, não obstante, a importância da presença de água no desenvolvimento dos processos metassomáticos, como o demonstra o estudo citado de A. Demay (1955) e as experiências de desvitrificação de vidros naturais realizadas por J. Wyart (1955).

Deste modo, embora se tenha de reconhecer quão grande são as dificuldades presentes, o caminho sugerido pelos trabalhos de Djalma Guimarães e de Goodspeed parece o mais prometedor para a determinação da origem dos fluidos mineralizantes e dos elementos neles concentrados.

A importância dos fenómenos de remobilização das mineralizações, em estreita dependência da tectónica, permitirá, por outro lado, como já o indicaram Guimarães (prosseguindo na senda iniciada por O. A. Derby) e Schneiderhöhn interpretar a razão de ser de numerosas mineralizações anormais.

Os minerais cujas concentrações dão origem aos jazigos minerais continuam a ser os *factos geológicos elementares* que estão na base de qualquer estudo metalogénico. Deste modo, as associações minerais — paragéneses — constituem a base prática fundamental para o estudo dos jazigos, como vem sendo salientado desde L. de Launay.

BIBLIOGRAFIA

Dada a natureza deste trabalho, a que se pretendeu imprimir carácter didáctico, apresentamos, separadamente, a bibliografia correspondente a cada uma das partes em que o dividimos. Assim, a bibliografia abaixo incluída refere-se, apenas, à exposição geral das teorias metalogénicas. Todavia, os trabalhos citados em ambos os capítulos só figuram neste primeiro grupo.

I. *Bibliografia sobre metalogenia endógena, em geral.*

Beaumont, Élie de (1847). Note sur les émanations volcaniques et métallifères. *Bull. Soc. géol. de France*, 2ème sér., t. IV, p. 1249–1334. Paris.

Blondel, F. (1936). La Géologie et les Mines des Vieilles Plateformes. *Publ. Bur. Étud. Géol. Min. Col.*, Paris.

Bolze, J. & Schneiderhöhn, H. (1951). Métallogénie hydrothermale dans les Monts de Téboursouk (Tunisie septentrionale). *Bull. Soc. géol. de France*, 6ème sér., t. I, p. 381 388. Paris.

Brown, J. S. (1948). An alternative to the hydrothermal theory of ore genesis. *Proc. Inter. Geol. Congrès*, XVIII Session, Great Britain, 1948, Part II, p. 37–44. London, 1950.

—— (1950). Ore Genesis. A Metallurgical Interpretation. An Alternative to the Hydrothermal Theory Thomas Murby & Co., London.

Demay, A. (1955). Sur les conditions physiques des déplacements de matière et des cristallisations qui aboutissent à la formation d'un massif granitique. *Sciences de la Terre,* Numero hors série, p. 249-271. Nancy.

Emmons, W. H. (1937). Gold deposits of the world. New York and London.

Fenner, C. N. (1933). Pneumatolytic processes in the formation of minerals and ores. *In* Ore Deposits of the Western States (*Lindgren Volume*), p 57-106, A. I. M. E. New York.

Fersman, A. E. (1931). Les pegmatites. Académie des Scien. de l'U. R. S. S. Leningrad. (Traduction de R. du Trieu de Terdonck et J. Thoreau. Louvain et Bruxelles, 1951).

—— (1934). Géochimie, t. II. Leningrad. (Traductions n.° 656 par Jedwab-Gaspard, n.° 900 et 1047 par R. Zvereff, du *Centre d'Etudes et de Documentation Paléontologique,* Paris)

Geffroy, J. (1951). Métallogénie hydrothermale et remaniements ascendants dans la Lozère. Extension possible du processus. *Bull. Soc. géol. de France,* 6ème sér., t. I, p. 389-411. Paris.

Geffroy, J. & Sarcia, J. A. (1954). Contribution à l'étude des pechblendes françaises. *Sciences de la Terre,* t. II, n.° 1-2, Nancy.

Goldschmidt, V. M. (1933). Geochimie. *In:* Handwörterbuch der Naturwissenschaften. II Aufl., Bd. IV. Jena.

Goodspeed, G. E. (1952). Mineralization related to granitization. *Econ. Geol.,* Vol. 47, n.° 2, p. 146-168. Lancaster.

Graton, L. C. (1940). Nature of the ore-forming fluid. *Econ. Geol*, vol. 35, Suppl. to n.° 2, p. 197-358. New Haven.
Discussão: (E. Ingerson & G. W. Morey), *Econ. Geol.,* vol. 35, n.° 6, p. 772-785; (C. N. Fenner), *Id.,* n.° 7, p. 883-904; (W. J. Bichan), *Id.,* n.° 2, p. 212-217.

Guimarães, Djalma (1937). Contribuição à Metallogenese do Massiço Brasileiro. Serv. de Fom. da Prod. Min., *Boletim* n.° 16. Rio de Janeiro.

—— (1938 *a*). Metallogenese e a Theoria Migratória dos Elementos. Serv. de Fom. da Prod. Min., *Boletim* n.° 24. Rio de Janeiro.

—— (1938 *b*). Das Problem der Granitbildung. *Chemie der Erd,* Zwölfer Band, p. 82-94. Jena.

—— (1947). Mineral Deposits of magmatic origin. *Econ. Geol.,* vol. 42, n.° 8, p. 721-736. New Haven.

—— (1949). Geoquimismo magmático e origem dos batólitos graníticos. Inst. Tecnol. Ind., *Boletim* 9. Belo Horizonte.

—— (1952). Jazidas Minerais de Origem Magmática. *Rev. Esc. Minas,* Ano XVII, n.° 6, Ouro Preto.

Lindgren, Waldemar (1906). The relation of ore-deposition to physical conditions. *Econ. Geol.,* vol. 2, n.° 2, p. 105-127. Lancaster.

—— (1933). Mineral Deposits, 4th. Ed., McGraw-Hill Book Co., New York.

McKinstry, Hugh (1955). Mining geology: retrospect and prospect. *Econ. Geol.,* vol. 50, n.° 8, p. 803-813. Lancaster.

Niggli, Paul (1920). Die leichtflüchtigen Bestandteile im Magma. *Preisschrift. Jablonow. Gesel.,* n.° 47. Leipzig.

—— (1925). Versuch einer natürlichen Klassifikation der im weiteren Sinn magmatischen Erzlagerstätten. *Abh. z. prakt. Geol. u. Bergwirt.,* Erster Band. Halle.

—— (1929) Ore Deposits of Magmatic Origin. Thomas Murby & Co. London. (Tradução, revista pelo autor, do trabalho anterior).

Perrin, R. & Roubault, M. (1937). Les réactions à l'état solide et la géologie. *Bull. Serv. carte géol. Algérie,* 5ème sér., Vol. 1. Alger.

—— (1939). Le granite et les réactions à l'état solide. *Bull. Serv. carte géol. Algérie,* 5ème sér., Vol. 4. Alger.

—— (1951). La révolution moderne des idées en pétrographie. *La Rev. Scient.,* n.° 3310, p. 101-109. Paris.

Raguin, E. (1949). Metallogénie hidrothermale et failles vivantes. *Bull. Soc. géol. France,* 5ème, t. XIX, p. 415-426. Paris.

Ramdohr, Paul (1937). Fortschritte auf dem Gebiet der Lagerstättenkunde. *Forts. der Min. Krist. u. Petrogr.,* 22, p. 105-184. Berlin. (Trad. abrégée par L. Calembert in *Ann. Soc. Géol. de Belgique,* t. 62, 1938-39, Suppl. aux Annales, p. I-LXXIX. Liège).

Schmitt, Harrison (1950 *a*). The fumarolic-hot spring and «epithermal» mineral deposit environment. *Colorado Sch. Mines Quartl.,* Vol. 15, N.° 1 B, p. 209-229. Golden.

—— (1950 *b*). Uniformitarianism and the ideal vein. *Econ. Geol.,* vol. 45, n.° 1, p. 54-61. New Haven.

—— (1950 *c*). Origin of the «epithermal» mineral deposits. *Econ. Geol.,* vol. 45, n.° 3, p. 191-200. New Haven.

—— (1950 *d*). The genetic classification of the bed rock hypogene mineral deposits. *Econ. Geol.,* vol. 45, n.° 7, p. 671-980. New Haven.

Schneiderhöhn, Hans (1925). Bildungsgesetze eruptiver Lagerstätten und Beziehungen swilchen den Metallprovinzen und Eruptivgesteins-provinzen der Erde. *Metall. u. Erz,* 22, p. 267-274.

—— (1926). Lagerstättenkunde auf geochemischer Grundlage. *Glückauf.*

—— (1932). Die genetische Einteilung der Gesteine und Minerallagerstätten. *Zeits. prak. Geol.,* 40. Halle.

—— (1933). Erzlagerstätten. *Handwörterb. d. Naturwiss.,* 2 Aufl., 3, p. 844-882.

—— (1934). Time-temperature curves in relation to mineral associations in cooling intrusions. *Econ. Geol.,* vol. 29, n.° 5, p. 471-480. New Haven.

—— (1941). Lehrbuch der Erzlagerstättenkunde. Gustav Fischer. Jena.

—— (1951). Metallepochen, Metallprovinzen und sekundär-hydrothermale Vorgänge. *Rend. Soc. Mi-*

duas gerações ao vosso dispôr

Quando em 1907 Sven Wingquist fundou a SKF, imediatamente criou e ofereceu aos seus clientes um serviço técnico englobando: ajuda na escolha de rolamentos, propostas completas sobre aplicações e conselhos quanto à montagem, lubrificação e manutenção. Desde então a SKF tem abastecido o mercado mundial com *o rolamento próprio para o lugar em que é preciso,* para máquinas, meios de transporte, aparelhos e instrumentos diversos. Tem igualmente efectuado investigações sistemáticas quanto aos problemas da aplicação de rolamentos, procurando ajudar o consumidor a aproveitar o mais possível, tanto económica como tècnicamente, as características dos rolamentos. Assim, inúmeros problemas foram solucionados pelos técnicos da SKF que enriqueceram, deste modo, a sua experiência colectiva.

Hoje, com 150 escritórios espalhados pelo mundo, a SKF dispõe de uma nova geração de técnicos experimentados, pronta a resolver os problemas de amanhã. Estes engenheiros especializados têm o apoio das Secções de Investigação mais modernas e herdaram toda a experiência da velha geração. Estão, portanto, bem preparados. Utilizai-os.

SKF 50 1907/1957 50 ANOS E OLHANDO PARA O FUTURO

SOCIEDADE SKF LIMITADA

LISBOA
Pr. de Alegria, 66 A
telef. 32301/03

Teleg. ESKAEF

PORTO
Av. dos Aliados, 152
telef. 29776/7

o óleo 5 vezes refinado
BP
ENERGOL
VISCO-STATIC

ner. Ital., Ano VII. Pavia. (Trad. n.º 748, par G. et J. Glaçon, du *Centre d'Études et de Documentation Paléontologique*).

—— (1952). Genetische Lagerstättengliederung auf geotektonischer Grundlage. *Neues Jahrb. Miner.*, 2-3, p. 47-89. Stuttgart. (Trad. n.º 749, par G. et J. Glançon, du *Centre d'Études et de Documentation Paléontologique*).

Spurr, J. E. (1907). A Theory of ore-deposition. *Econ. Geol.*, Vol. 2; n.º 8, p. 781-795. Lancaster.

Sullivan, C. J. (1948). Ore and granitization. *Econ. Geol.*, Vol. 43, n.º 6, p. 471-498. New Haven.
Discussão: (A. B. Edwards & A. J. Gaskin), *Econ. Geol.*, Vol. 44, n.º 3, p. 234-241; (C. J. Sullivan), *Id.*, n.º 4, p. 336-346; (M. D. Garretty), *Id.* n.º 7, p. 625-627; (C. J. Sullivan), *Id.* Vol. 45, n.º 1, p. 82-85; (M. D. Garretty), *Id.* n.º 1, p. 85.

Van Biljon, S. (1949). The transformation of the upper part of the Pretoria series in the Bushveld igneous complex. *Trans. Geol. Soc. South Africa*, Vol. LII, p. 1-176. Joannesburg.

—— (1955). L'Origine des Structures rubanées dans la partie basique du Complexe du Bushveld. *Sciences de la Terre*, Numero hors série, p. 131--150. Nancy.

Varlamoff, N. (1946). La répartition de la minéralisation d'après la clef géochimique de Fersman. *Bull. Soc. Géol. Belgique*, T. 70, n.º 1-2-3, p. B108--B138. Liège.

—— (1948). Gisements de cassitérite de la région de Kalima (Maniema, Congo Belge). *Bull. Soc. Géol. Belgique*, T. 71, n.º 5-6-7, p. B104-B237. Liège

—— (1949-50). Granites et minéralisation au Maniema (Congo Belge). *Mém. Soc. Géol. Belgique*, T. 73, p. M111-M169. Liège.

—— (1953). Géologie des gisements stannifères de Symétain. *Mém. Inst. Roy. Col. Belge*, T. 22, fasc. 2. Bruxelles.

Vogt, J. H. L. (1921-23). The physical chemistry of the crystalisation and magmatic differentiation of igneous rocks. *The Journ. of Geol.*, Vol. XXIX, n.º 4, p. 318-350, n.º 5, p. 426-443, n.º 6, p. 515-539, n.º 7, p. 627-649; Vol. XXX, n.º 7, p. 611-630, n.º 8, p. 659-672; Vol. XXXI, n.º 3, p. 223-252, n.º 5, p. 407-419. Chicago.

—— (1926). Magmas and Igneous Ore Deposits. *Econ. Geol.*, Vol. 21, n.º 3, p. 207-233, n.º 4, p. 309-332, n.º 5, p. 469-497. Lancaster.

Weppe, Maurice (1951). Contribution à l'étude des gîtes de tungstène français. *Géol. App. et Prospec. Minière*, T. III, n.º 1-2-3. Nancy.

White, C. H. (1941). A theory for the concentration and distribution of copper in the earth's crust. *Econ. Geol.*, vol. 36, n.º 1, p. 1-18. New Haven.

—— (1945). The abyssal *versus* the magmatic theory of ore genesis. *Econ. Geol.*, vol. 40, n.º 5, p. 336--344. New Haven.

Wyart, J. (1955). Cristallisation, par voie hydrothermale, d'un verre naturel et origine du granite *Sciences de la Terre*, Numero hors série, p. 177--188. Nancy.

C. D. U. 621.311.5/91

Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional

— Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.)

NOTA: *As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 91,6 % dos totais do País.*

ABRIL

I — Breve nota mensal

Do ponto de vista hidrológico o mês de Abril foi um pouco mais seco que o normal.

Não se verificou qualquer outro facto de realce a assinalar.

II — Elementos gerais (GWh)

a) Mensais

	1956	1957	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	157,7	178,1	+ 13
Produção térmica (P_t)	0,0	0,0	0
Produção total (P_T)	157,7	178,1	+ 13
Cons. electroquímico (C_{eq}) (1)	42,7	47,2	+ 11
Cons. permanentes (C_p) . . (1)	110,2	123,7	+ 12
Consumo total (C_T) . . . . (1)	152,9	170,9	+ 12

b) Acumulados desde 1 de Janeiro de 1957

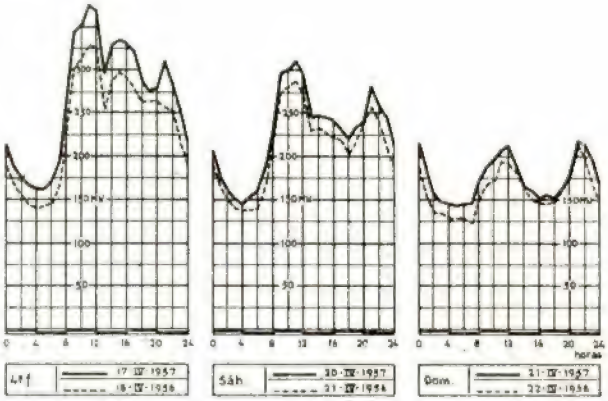
	1956	1957	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	673,7	653,5	— 3
Produção térmica (P_t)	3,3	51,4	–
Produção total (P_T)	677,0	704,9	+ 4
Cons. electroquímico (C_{eq}) . (1)	171,0	130,9	— 23
Cons. permanentes (C_p) . . . (1)	486,2	537,8	+ 11
Consumo total (C_T) . . . . . (1)	657,2	668,7	+ 2

Nota:

(1) Vidé nota referente ao mês de Janeiro de 1957.

III — Diagramas de carga dos dias característicos

	4.ª feira:	
	18-4-956	17-4-957
Produção hidráulica (P_h) — MWh	5816	6491
Produção térmica (P_t) — MWh . .	0	0
Produção total (P_T) — MWh . . .	5816	6491
Utilização da ponta (U) — horas	17,2	16,9
Factor de carga (α)	0,72	0,71
Relação $\frac{\text{Pot. mín.}}{\text{Pot. máx.}}$ (r)	0,41	0,42



IV — Energia armazenada nas principais albufeiras no fim do mês.

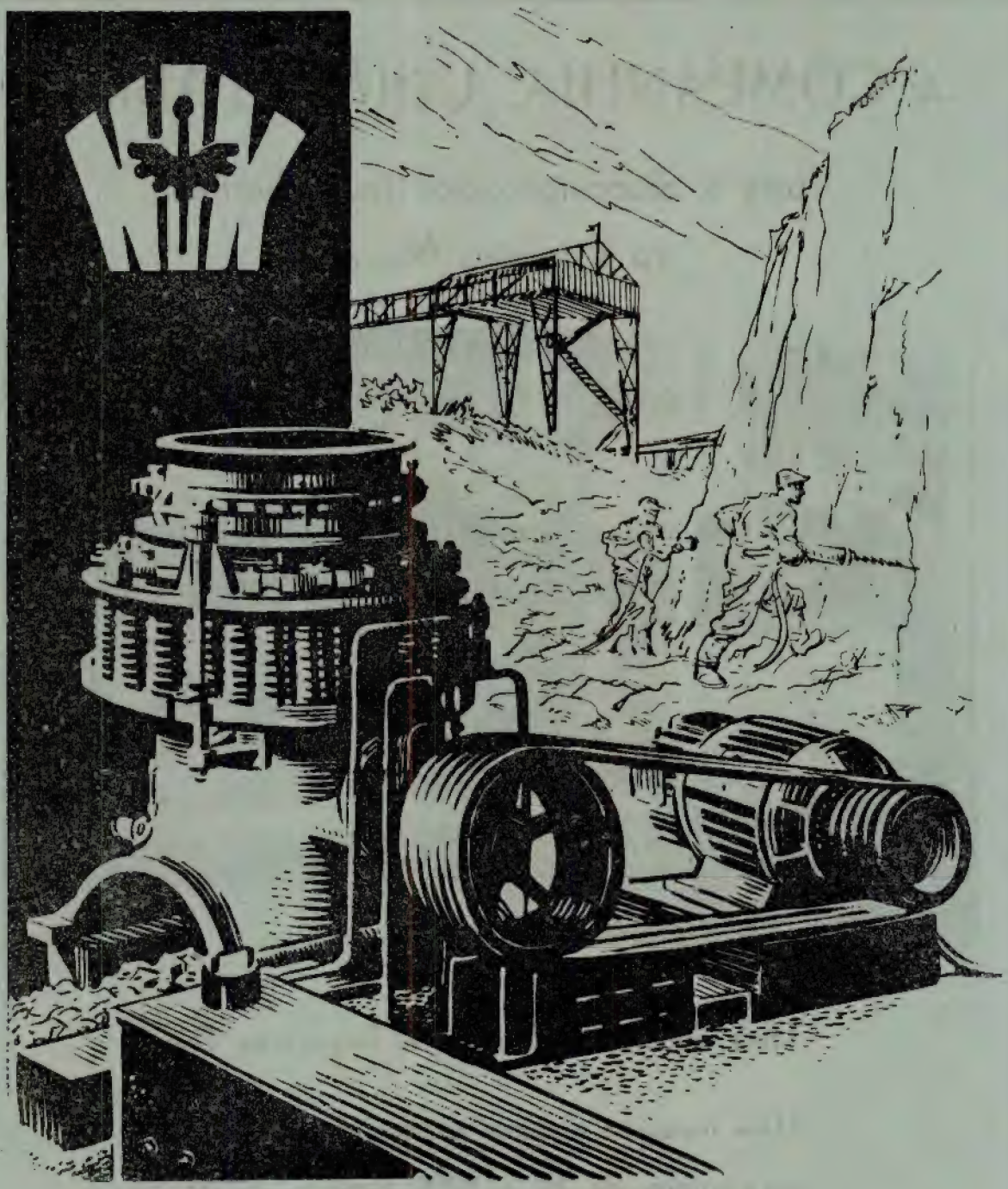
Albufeira	Energia armazenada	
	GWh	% (1)
Venda Nova	120,2	93,9
Salamonde	25,9	93,7
Caniçada	27,3	82,4
Guilhofrei	6,7	81,3
Lagoa Comprida	23,2	78,9
Santa Luzia	48,8	79,2
Cabril	318,8	94,0
Castelo do Bode	159,8	98,0
Pracana	9,1	71,1
Póvoa	11,4 (2)	88,1
Ponsul	1,9	41,3
Pego do Altar	1,6	25,9
Vale do Gaio	0,4	15,5
Total	755,1	91,3

Notas:

(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras, definido pela relação

$$\frac{\text{Energia armazenada}}{\text{Máx. energia armazenável}} \times 100\ \%$$

(2) Inclui 1,6 GWh armazenados no açude do Poio.



APARELHAGEM PARA TRITURAÇAO MOLDAGEM, CLASSIFICAÇÃO, FLUTUAÇÃO, FILTRAGEM E MUITOS OUTROS TRABALHOS NO TRATAMENTO DOS MINÉRIOS

EXPORTADA POR:

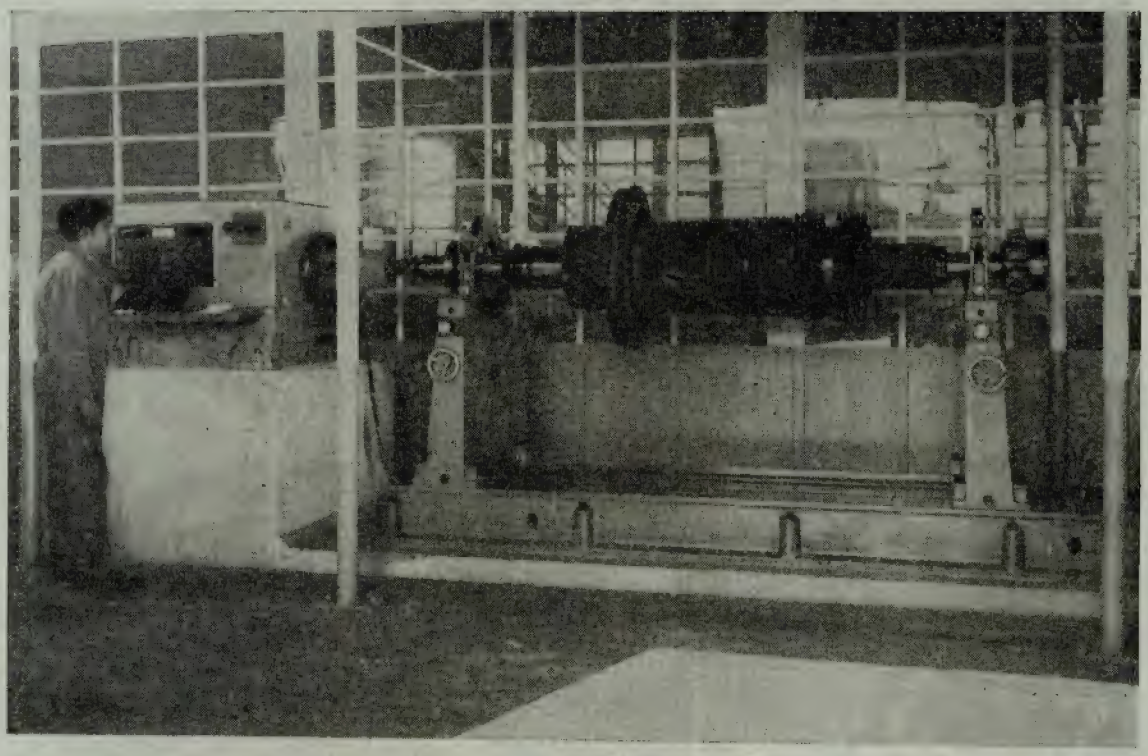
NIKEX **Sociedade Húngara para o Comércio Externo da Indústria Pesada**

BUDAPESTE 4. ◆ B. P. 103 ◆ HUNGRIA

Telegramas: NIKEXPORT / BUDAPESTE

A COMPANHIA UNIÃO FABRIL

põe à disposição dos seus clientes no Estaleiro Naval:



— Uma oficina de Ensaios e Reparação Diesel

— Uma máquina electrodinâmica de equilibragem para rotores de 30 a 3000 Kgs. — 2 M. de diâmetro máximo — 3,420 m. entre apoios.

ROCHA DO CONDE DE ÓBIDOS

LISBOA

Telef. 66 21 48

C. D. U. 624.154 — 131.524

Estacas flutuantes nas aluviões lodosas do Tejo

HENRIQUE LEITÃO
Eng.º Civil (I. S. T.)
Director de Construções Técnicas, Lda.

Rogério da TRINDADE E LIMA
Eng.º Civil (I. S. T.)
de Construções Técnicas, Lda.

NOTA PRELIMINAR

O artigo que se segue foi redigido, em Abril de 1956, a convite da Comissão constituída dentro da Ordem dos Engenheiros, para levar a cabo a realização de um Simpósio de Fundações cujas comunicações seriam publicadas no Boletim daquela Ordem. Em virtude da suspensão, até à data de hoje, da publicação daquele Boletim, a presente comunicação não chegou a participar no referido Simpósio. Por isso se promoveu a sua inclusão nesta Revista dado que julgamos que o seu conteúdo poderá constituir contribuição para o esclarecimento da técnica de cálculo e dimensionamento de estacas flutuantes.

PLANO

I — Introdução
II — Condições oferecidas pelas aluviões lodosas para o estabelecimento de fundações
III — Fundações sobre estacas flutuantes
IV — Exemplos:
— Exemplo I — Fundações para o edifício de uma destilaria, junto da Vala do Carregado
— Exemplo II — Fundações de uma ponte-cais, na Póvoa de Santa Iria
— Exemplo III — Fundações do novo edifício da Emissora Nacional de Radiodifusão, em Castanheira do Ribatejo
V — Conclusões

* * *

Diz respeito o presente trabalho à experiência colhida na execução de fundações sobre estacas flutuantes nas aluviões lodosas da bacia do rio Tejo.

Daremos primeiramente uma ideia geral das condições oferecidas, para fundação de estruturas, pelos terrenos aluvionários do Tejo. Referir-nos-emos, em especial, à grande área onde se desenvolve a zona industrial de Lisboa, na margem direita, a montante da cidade. Trataremos, depois, da fixação da capacidade de carga a atribuir às estacas, resistindo por mobilização do atrito lateral nessas aluviões. Este problema será documentado com três exemplos.

Teremos também oportunidade para fazer ressaltar, dos casos concretos que apresentamos, a forma como entendemos que se deve fazer a prospecção. Em nenhum deles, porém, se tratará pormenorizadamente da questão dos assentamentos, de que só nos ocuparemos de uma maneira genérica.

I — Introdução

Grande parte das instalações da zona industrial de Lisboa situa-se nos terrenos aluvionários da bacia do Tejo. Terrenos planos, com acesso pelo rio, por estrada e por caminho de ferro, apresentam na realidade óptimas condições para o estabelecimento de instalações fabris. O acesso directo ao rio, em regra, convém muito a essas instalações. Por isso elas se estabelecem muitas vezes junto do curso das águas normais do Tejo ou dos seus braços e valas, em locais onde a espessura das aluviões é muito considerável.

Ora as aluviões do Tejo são, na maior parte, constituídas por solos lodosos de pequena consistência, com teores de humidade muito elevados, geralmente superiores ao limite de liquidez. Não são mais, assim, do que sólidos pastosos susceptíveis de movimentos importantes quando submetidos a sobrecargas superficiais.

Quase todos os industriais com instalações situadas à beira-rio têm experiência dos movimentos a que os lodos ficam sujeitos quando neles variam as condições de solicitação superficial.

Como exemplo destes movimentos citaremos o que se passou com um depósito de pirites estabelecido à beira-rio, em Alhandra.

Esse depósito provocou um abatimento do terreno da ordem dos dois metros. Antes de se constatar o fenómeno, verificara-se uma diminuição dos fundos do canal navegável, atribuída a assoreamento. A dragagem dos produtos do suposto assoreamento deu a conhecer a verdadeira causa da elevação dos fundos. Com efeito, depois da dragagem notou-se novo abatimento do depósito marginal, provocado pelo refluimento dos lodos sujeitos à sobrecarga por ele transmitida ao terreno.

Além dos movimentos deste tipo, originados pela rotura por corte do solo, são de temer ainda os assentamentos por consolidação, resultantes da elevada compressibilidade dos lodos. Estes assentamentos são muito perigosos e têm dado origem a vários acidentes, quando ocorrem com amplitudes diferentes entre os vários pontos duma mesma construção.

As más condições oferecidas pelas aluviões lodosas, fazem com que, regra geral, se procure fundar nas formações do «bed-rock». Para isso todas as cargas das estruturas a fundar têm de ser transmitidas àquelas formações profundas por meio de pegões ou de estacas. É esta a solução a encarar sempre em primeiro lugar e na sua previsão se devem lançar os trabalhos de prospecção.

Para estruturas importantes, a fundação no «bed-rock» é quase sempre a única viável e só há que pô-la de parte, para estruturas mais leves, no caso de ele se encontrar a grande profundidade. O valor daquelas estruturas ligeiras não comportaria, muitas vezes, o encargo de uma fundação apoiada num «bed-rock» profundo, por maiores garantias de solidez que ela desse à superstrutura.

Existem por vezes, no entanto, disseminados nas aluviões lodosas, estratos arenosos que podem ser aproveitados como camada de fundação desde que apresentem possança apreciável sob toda a área que interessa à construção a fundar.

Sempre que se preveja aproveitar um desses estratos como solo de fundação, terá, porém, de se atender cuidadosamente à determinação, tão exacta, quanto possível, da sua possança.

Também se devem estudar as características mecânicas dos solos que o constituem e dos que formam as camadas que lhe ficam subjacentes.

A irregular possança dos estratos arenosos e a existência de lodos moles que lhes estejam subjacentes podem conduzir a graves insucessos. Quando estas circunstâncias não dominarem, estes estratos podem oferecer boas condições de fundação. É o caso da antena do Emissor do Ribatejo, instalada num local onde o «bed-rock» está a uma profundidade da ordem dos 40 metros.

A base, bem como os maciços de amarração daquela antena, que tem 180 metros de altura, estão fundados sobre estacas de madeira. Estas estacas procuram apoio num estrato arenoso situado a uma profundidade da ordem dos 8 a 10 metros. Até hoje não se registou qualquer assentamento nocivo.

Quando não forem viáveis as fundações no «bed-rock» ou estratos arenosos, há que pensar no aproveitamento dos próprios lodos como terreno de fundação, problema de que nos vamos ocupar.

II — Condições oferecidas pelas aluviões lodosas para o estabelecimento de fundações

Para dar uma ideia geral podemos dizer que as aluviões lodosas do rio Tejo apresentam três aspectos distintos consoante a profundidade a que se encontram:

1) Superficialmente, com uma espessura da ordem dos dois metros, existe uma camada heterogénea constituída por lodo seco, terra vegetal e restos de plantas. Esta camada, devido principalmente a raízes e fibras vegetais, tem como que uma armadura que lhe dá possibilidade de suporte para cargas de certa importância;
2) Sob esta camada, entre as profundidades dos dois e dos dez a quinze metros, encontram-se lodos muito moles, com índice de vazios muito elevado e teor de humidade superior ao limite de liquidez;
3) Por baixo dos lodos moles existem lodos de maior compacidade, com índice de vazios

menor, e que não se encontram já no estado pastoso em que ainda está a camada intermédia. Estes lodos assentam sobre aluviões arenosas, mais ou menos grosseiras e com calhaus rolados, as quais constituem a base de todo o complexo aluvionário.

Na primeira camada estão fundadas algumas pequenas construções ribeirinhas. Se a sua espessura é importante e pequeno o valor total das cargas actuantes, o comportamento das fundações é bom, pois não transmite tensões apreciáveis aos lodos moles.

O risco de insucesso será grande se as tensões transmitidas àqueles lodos forem elevadas, pois podem dar-se refluimentos ou, pelo menos, registar-se grandes assentamentos por consolidação. Tais condições levam a pôr de parte o aproveitamento da camada superficial para construções de certo vulto.

tório cheio, é da ordem dos 0,25 kg/cm^2. Posteriormente, por conveniência de arranjo das instalações, o nível de terreno circundante foi elevado, conforme se observa na figura.

A parede do reservatório é constituída por um anel de betão de 15 cm de espessura e com o diâmetro interior de 25 m. O fundo é formado pelo próprio terreno superficial, revestido, apenas, com uma camada de betão ligeiramente armado, de 15 cm de espessura.

A não ser para casos especiais, como o que acabamos de apresentar, o aproveitamento da camada superficial torna-se contingente e perigoso.

Ultrapassando aquela camada, o terreno apresenta, porém, características ainda mais desfavoráveis, pois atingem-se os lodos moles em estado pastoso. A fundação sobre esta segunda camada só é viável quando implique a remoção de um volume de lodos cujo peso seja sensìvelmente igual à carga transmitida pela estrutura. Deste modo pouco se alteram as condições iniciais de equilíbrio.

Fig. 1 — Companhia Portuguesa de Trefilaria — Sacavém
Reservatório circular aberto assente na camada superficial das aluviões lodosas

Na Fig. 1 vê-se um reservatório aberto, para água, construído em Sacavém, nos terrenos da Companhia Portuguesa de Trefilaria, o qual está assente na camada superficial das aluviões. A altura do reservatório é de 2,00 m. A carga máxima transmitida ao terreno, com o reserva-

A Fig. 2 representa um edifício ligeiro fundado nos lodos moles segundo o princípio que acabamos de enunciar. Trata-se de um edifício também

construído em Sacavém, para a Companhia Portuguesa de Trefilaria, destinado à instalação de 3 grupos gasogéneos.

A estrutura é constiuída por pórticos de betão armado encastrados num caixão inferior, do mesmo material. Este caixão tem 2,10 m de altura e foi enterrado inicialmente 1,20 m na camada superficial do terreno; é formado pela laje que constitui o fixe dos gasogéneos, por uma laje de fundo, e pelas paredes laterais. A carga específica distribuída pelo fundo do caixão é de 0,20 kg/cm², valor sensìvelmente igual ao da tensão que, antes da construção do edifício, estava instalada à mesma profundidade por virtude do peso das terras removidas.

Quando se registam inclinações do edifício, por motivo de maior assentamento em qualquer dos lados, carrega-se o lado contrário por meio de areia colocada no interior do caixão.

Tal como para o caso do reservatório circular o nível do terreno circundante foi elevado mais tarde.

A terceira camada das aluviões lodosas, constituída por lodos mais consolidados, apresenta já características mecânicas mais favoráveis.

Estas características, contudo, não permitem ainda o estabelecimento de fundações por meio de elementos que transmitam por ponta cargas relativamente elevadas. A profundidade a que se encontram estes lodos diminui muito o perigo da sua rotura por refluimento e o facto de terem maior compacidade reduz a amplitude dos assentamentos por consolidação. Apesar de tudo isso, o aproveitamento desta camada deve fazer-se ainda dentro do princípio de uma distribuição de cargas, em superfície, de maneira tão uniforme quanto possível.

Fig. 2 — Companhia Portuguesa de Trefilaria — Sacavém
Edifício ligeiro para a instalação de 3 grupos gasogéneos

III — Fundações sobre estacas flutuantes

Para obter o efeito de uma distribuição uniforme de cargas a um nível profundo recorre-se então ao emprego de estacas que atravessem os lodos moles até atingirem os lodos mais consolidados. A massa dos lodos moles adere aos fustes das estacas funcionando o conjunto como um todo apoiado nos lodos mais consolidados.

É costume designar as estacas naquelas condições, por estacas flutuantes. Com efeito, elas estão como que flutuando no terreno que as envolve, por meio do qual transmitem, repartidas, aos terrenos mais profundos, as cargas concentradas que recebem das superstruturas. Esta

transmissão faz-se, porém, de modo que os lodos moles atravessados não contribuem pràticamente para o assentamento global do solo. As estacas constituem como que uma ossatura que inibe de se consolidar, por diminuição de espessura das suas camadas horizontais, o terreno que as envolve.

Se as estacas forem em número apreciável e estiverem distribuídas com grande densidade, segundo uma malha mais ou menos uniforme, elas actuam sensìvelmente, ao nível das suas pontas, como um ensoleiramento geral estabelecido a esse nível.

Decidido, em presença do resultado de uma primeira fase da prospecção, o recurso a fundações sobre estacas flutuantes, põe-se ao autor do projecto a dificuldade de dimensionar essas fundações.

Até há poucos anos era corrente fixar o valor da capacidade de carga das estacas de acordo com a experiência que pudesse haver de casos análogos. Só mais tarde se determinava, quando da execução da obra, o comprimento necessário para as estacas resistirem às cargas adoptadas. Esse comprimento dependia apenas da obtenção de uma certa nega durante a cravação. O valor dessa nega havia sido determinado prèviamente em função das condições mecânicas da cravação e da resistência pretendida para a estaca, afectada de um coeficiente de segurança sempre elevado.

Eram muitas as chamadas fórmulas dinâmicas com que se calculavam as negas a obter na cravação de cada estaca. Ora, essas fórmulas não são aplicáveis a estacas resistindo por mobilização do atrito lateral (Terzaghi e Peck «Soil Mechanics in Engineering Practice»). A sua utilização pode até conduzir a resultados inteiramente falsos. Mesmo para estacas resistindo por ponta é habitual afectá-las de um coeficiente igual a 6, facto que dá a noção da falta de rigor com que se trabalha ao recorrer ao seu emprego. Terzaghi e Peck indicam, na citada obra, os resultados obtidos na aferição de grande número de casos de aplicação da fórmula do «Engineering News Record», a mais em voga nos E. U. Todas as estacas sobre que incidiu o estudo estavam calculadas para uma capacidade de carga obtida por aquela fórmula afectada dum coeficiente de segurança igual a 6. Carregadas até à rotura verificou-se que romperam para cargas cujos valores iam, desde apenas o dobro da capacidade de carga calculada, até 17 vezes aquele valor, isto é, o coeficiente de segurança real, em vez de 6, conforme se supunha nos cálculos, tinha valores que variavam de 2 a 17. Se o primeiro destes valores é admissível para certas obras, o último é marcadamente anti-económico.

Adiante veremos um exemplo (pág. 512) onde a aplicação das fórmulas dinâmicas a estacas cravadas conduziria à fixação de uma capacidade de carga de menos de 2 toneladas, por cada estaca, enquanto que, carregadas até às 10 toneladas, essas estacas acusaram deformações de alguns milímetros apenas.

A fixação do comprimento das estacas resistindo por mobilização do atrito lateral, com vista a garantir-lhes uma certa capacidade de carga, terá de ser feita por avaliação daquele atrito. Para esse efeito temos recorrido à execução de ensaios estáticos de penetração com um penetrómetro. Medida a tensão de rotura, por mobilização do atrito lateral entre o tubo do penetrómetro e o terreno, fixamos, em seguida, para valor do atrito entre a estaca e o terreno, um valor deduzido daquela tensão de rotura afectada dum coeficiente de segurança.

Determinada, assim, para o projecto, a capacidade de carga das várias estacas e as profundidades que deverão atingir, os valores atribuídos são controlados, depois, durante a execução da obra, por ensaios de carga sobre algumas estacas. Tratando-se sempre de estacas com pequena capacidade de carga, é fácil levar os ensaios até à rotura. Conhecidos os valores das cargas de rotura de algumas estacas, fixa-se então em definitivo, a capacidade de carga de todas elas.

Na realização dos ensaios tem-se verificado, regra geral, que a carga de rotura prevista pela aplicação de valores obtidos com os ensaios estáticos de penetração é menor que a carga de rotura verificada nos ensaios de carga. As diferenças registadas chegam a ultrapassar, por vezes os 50 %.

É sabido que a passagem continuada do tubo do penetrómetro através de cada camada do solo diminui o atrito entre essa camada e o tubo. Deste modo tal atrito influi cada vez menos no valor total registado à medida que o tubo vai descendo. Este fenómeno poderá estar na origem das diferenças atrás apontadas.

No terceiro Congresso de Mecânica dos Solos

foi apresentado um tipo de penetrómetro com o qual se consegue medir o atrito às várias profundidades e não o atrito total até cada profundidade. Esse tipo de penetrómetro poderia vir obviar ao inconveniente da degradação do atrito com a penetração continuada. Não são apresentados, no entanto, na comunicação referente àquele tipo de aparelho quaisquer resultados comparativos entre os valores medidos com o aparelho e os valores deduzidos dos ensaios de carga sobre estacas.

O registo das negas, que atrás condenámos como meio para se determinar a capacidade de carga de estacas flutuantes, deverá, contudo, ser sempre feito. De facto ele permitirá estabelecer comparação entre as características de resistência das estacas aferidas por ensaio de carga e as das restantes estacas. Deste modo se apreciará qualquer anomalia que eventualmente se possa verificar.

Antes de passar à apresentação dos elementos respeitantes à nossa experiência na fixação de cargas admissíveis sobre estacas flutuantes, queremos chamar a atenção para o problema dos seus assentamentos. Este problema merece o maior cuidado porquanto poderá reduzir o valor da capacidade de carga de acordo com as limitações impostas à amplitude dos assentamentos. O seu estudo pormenorizado, todavia, não cabe no âmbito deste trabalho.

Fig. 3 — Destilaria do Carregado — Vista do edifício

A possibilidade de se transmitir ao terreno a carga de determinada estrutura, por meio de uma ou várias estacas flutuantes, nada tem que ver com os assentamentos a que este tipo de fundação fica sujeito. Os resultados dos próprios ensaios de carga de estacas isoladas nada nos dirão sobre aquele aspecto. Estes ensaios são conduzidos com o fim único de determinar a resistência por atrito lateral e não para o estudo dos assentamentos.

Os assentamentos a que as fundações ficarão sujeitas dependem quase exclusivamente da natureza e possança das camadas do solo situadas abaixo das pontas das estacas, de acordo com o funcionamento que temos descrito para a transmissão e dissipação das cargas.

A seguir apresentamos 3 exemplos de execução de fundações sobre estacas resistindo por atrito lateral nas aluviões lodosas da bacia do Tejo.

EXEMPLO I — FUNDAÇÕES PARA O EDIFÍCIO DUMA DESTILARIA JUNTO DA VALA DO CARREGADO

Junto da Vala do Carregado, em terrenos das aluviões do rio Tejo, tem a firma Cavalho Ribeiro e Ferreira, Ld.ª, importantes instalações que compreendem, principalmente, uma grande adega com reservatórios de betão armado e uma ponte-cais para serviço de fragatas.

Posteriormente à execução das instalações principais, foi levada a efeito, em 1949, a construção de um pequeno edifício para uma destilaria. A Fig. 3 representa uma fotografia desse edifício tirada em 1956, sete anos após a construção.

Na Fig. 4 está indicada a planta do local com a representação das várias construções existentes. Na Fig. 5 está representado um corte do edifício da destilaria mostrando as fundações.

Este edifício tem planta rectangular, a qual abrage 2 corpos com altura diferente, um de 7,70 m e outro de 3,70 m. No interior existe uma maciço de betão, para instalação do equipamento mecânico.

Os principais elementos da estrutura transmitem às fundações as seguintes cargas:

Paredes do corpo mais elevado	7500 kg/m de parede
Paredes do corpo mais baixo	5500 kg/m de parede
Fixe das máquinas	9100 kg/m²

a) Prospecção inicial

Para estudo das fundações das várias estruturas foi feita uma prospecção geológica que compreendeu a execução de 6 furos de sonda.

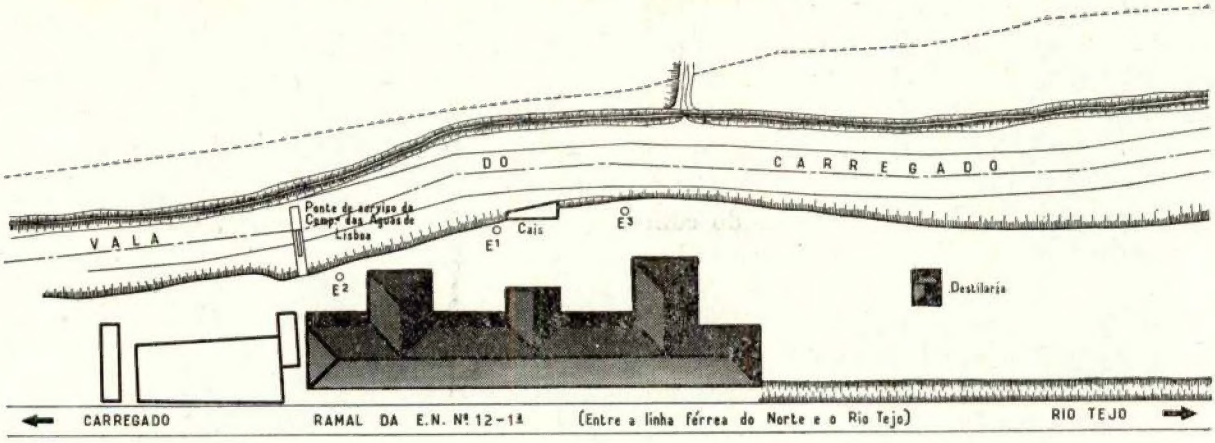


Fig. 4 — Destilaria na Vala do Carregado — Planta de localização

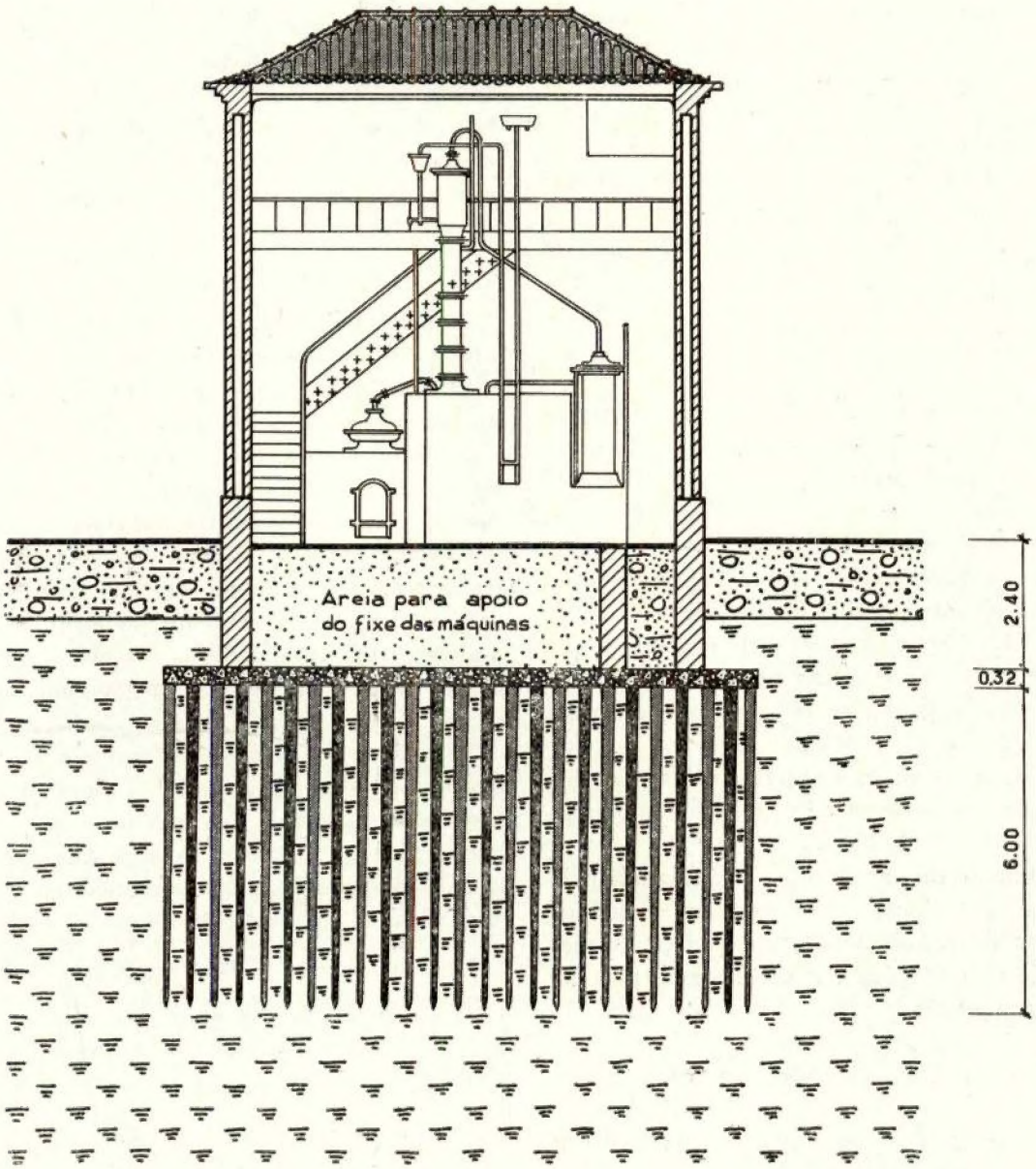


Fig. 5 – Destilaria da Vala do Carregado — Corte

Esta prospecção mostrou a existência de uma formação argilosa compacta subjacente às aluviões lodosas, situando-se na zona das instalações principais a profundidades compreendidas entre 10 a 25 metros.

Para estabelecimento das fundações do edifício principal, reservatórios de betão armado e ponte-cais, recorreu-se ao emprego de estacas de betão armado com diâmetro de 50 cm, moldadas no terreno e resistindo por ponta na camada de argilas compactas. A capacidade de carga destas estacas foi fixada em 50 toneladas, valor este comprovado, depois, por ensaios de carga directa.

A interpretação dos perfis geológicos elaborados com base nas sondagens feitas levou à conclusão de que a camada argilosa se encontraria, na zona do edifício da destilaria, a profundidades superiores a 30 metros. Por isso e porque se tratava de uma construção transmitindo cargas pouco elevadas, decidiu-se recorrer ao emprego de fundações sobre estacas flutuantes.

b) Prospecção complementar.

Para o estudo dum muro de suporte e respectivas fundações, foi feita uma prospecção complementar, que compreendeu a colheita de amostras intactas e a realização de ensaios estáticos de penetração em profundidade.

Foram realizados três ensaios de penetração em profundidade, localizados na planta da Fig. 4 em E1, E2 e E3, cujos gráficos de resistência por atrito lateral se apresentam na Fig. 6.

A haste do penetrómetro tem um perímetro de 11 cm.

Não se apresentam os gráficos das resistências por ponta, pois estas são pràticamente nulas em toda a altura dos lodos.

O resultado do ensaio n.º 1 está falseado pelo facto da haste do aparelho ter atravessado, aos 2 metros de profundidade, um pedaço de madeira, facto que pôde ser verificado depois de realizado o ensaio.

Em todos os gráficos se nota o aumento brusco de resistência, indicativo de se terem atingido as formações argilosas compactas.

Pondo de parte os resultados do ensaio n.º 1, obtemos, para resistência média, por atrito lateral, nos lodos, os seguintes valores:

Ensaio n.º 2:

Entre 2 e 5 m de profundidade

$$t_1 = \frac{200}{(500 - 200) \times 11} = 0{,}06 \text{ kg/cm}_2$$

Entre 5 e 10 m de profundidade

$$t_2 = \frac{800 - 200}{(1000 - 500) \times 11} = 0{,}11 \text{ kg/cm}^2$$

Ensaio n.º 3:

Entre 2 e 14 m de profundidade

$$t'_1 = \frac{1100 - 200}{(1400 - 200) \times 11} = 0{,}076 \text{ kg/cm}^2$$

Não sendo de prever variação sensível das características dos lodos entre os pontos onde foram realizados estes ensaios e o local onde se iria executar o edifício da destilaria, resolveu-se dispensar a execução de novos ensaios, adoptando, para elaboração do projecto, os valores já colhidos.

c) Capacidade de carga das estacas.

Aumentando muito, com o comprimento, no nosso País, o custo das estacas de madeira, há vantagem, quando tal é possível, em recorrer ao emprego de estacas de pequeno comprimento.

Foi estabelecido, no caso presente, o comprimento de 6 metros como sendo aquele que, do ponto de vista económico, mais conviria adoptar.

Devendo ficar a cabeça das estacas a uma profundidade mínima de 2,5 metros, para garantir a sua permanente imersão, a ponta atingiria a profundidade de 8,5 metros, profundidade a que os lodos já apresentam, normalmente, maior compacidade.

Se admitirmos, com base nos resultados dos ensaios de penetração atrás indicados, uma tensão média de rotura por mobilização do atrito lateral, de 0,075 kg/cm², uma estaca com 6 metros de comprimento e diâmetro médio de 17,5 cm afundar-se-ia sob a acção duma carga igual a

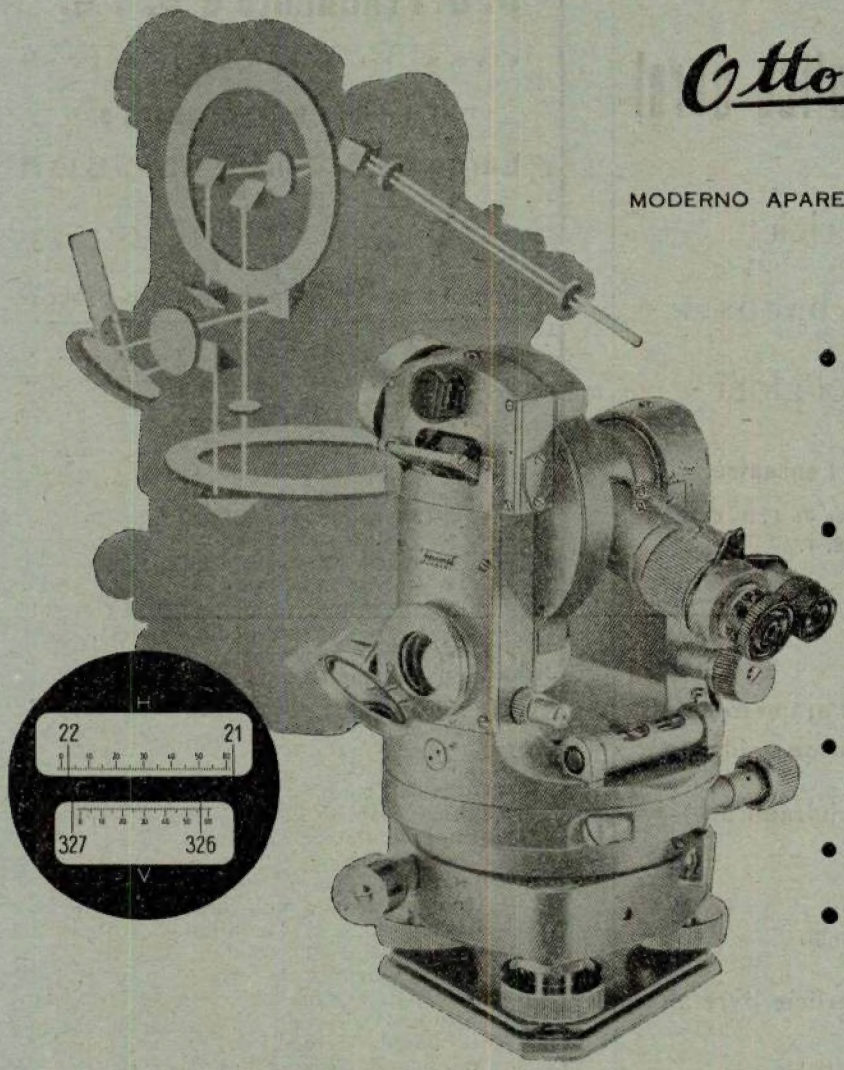
$$R_3 = 600 \times 3{,}14 \times 17{,}5 \times 0{,}075 = 2500 \text{ kg}$$

Tomando um coeficiente de segurança igual a 2 a carga admissível sobre cada estaca seria de 1250 kg.

d) Ensaios de carga das estacas.

Antes de se estabelecer o projecto definitivo de fundações foram realizados ensaios de carga

TEODOLITO TAQUEOMÉTRICO FTI



Otto-Fennel

MODERNO APARELHO DISPONDO DE:

- Observação simultânea dos dois limbos pelo microscópio colocado ao lado da ocular da objectiva
- Leitura por sistema directo de 1c e décimos por estimativa
- Leitura do nível vertical por coincidência
- Prumo óptico
- Grande luminosidade

Características ópticas e mecânicas

Telescópio analáctico com lente de focagem interna, retículo medidor de distância, telescópio reversível com o extremo da objectiva.

Constante de adição	zero
Constante de multiplicação	100
Comprimento do telescópio	190 mm
Abertura da objectiva	36 mm
Ampliação	28 x
Distância mínima de mira	1 m
Nível redondo	6' a 8'
Nível de reversão	30"
Nível de horizontalidade paralelo ao eixo de inclinação	40"

Nível junto ao círculo vertical legível por ajustamento da coincidência 40". Passo circunferencial sobre círculos de vidro 360° ou 400g, de 1° ou de 1g.

Diâmetro do círculo horizontal 90 mm, do círculo vertical 70 mm

Leitura directa horizontal	1'	1c
Leitura por avaliação	1'	1c
Leitura directa vertical	0,1' = 6"	0,2c = 20cc
Leitura por avaliação	0,2' = 12"	0,25c = 25cc

Pesos: Instrumento 4,7 kg, Tripé com pés extensíveis 6,0 kg, Caixa metálica 4,0 kg

REPRESENTANTES

PAPELARIA FERNANDES

L. DO RATO, 13—TELEF. 66 11 16—7 LINHAS—R. DO OURO, 145—TELEF. 28361

LISBOA

Acaba de sair

Manual de Hidráulica Geral

Sintese teórica

Tabelas e Abacos

Formulário políglota

Pelo Eng.º Armando Lencastre

Chefe da Secção de Hidráulica do L. N. E. C
Assistente do I. S. T.

CONTÉM:

1 — Constantes físicas. Parâmetros adimensionais. Conversão de unidades

2 — Princípios gerais da Hidráulica

3 — Hidrostática

4 — Escoamentos em pressão

5 — Escoamentos em superfície livre. Regime uniforme

6 — Escoamentos em superfície livre. Regime permanente.

7 — Escoamentos por orifícios

8 — Escoamentos por descarregadores

9 — Medidas hidráulicas

10 — Bombas.

EDIÇÃO DA «TÉCNICA»

PREÇO 150$00

Desconto 10 % aos assinantes

J. B. FERNANDES & C.ª, L.DA

CASA FUNDADA EM 1781

Telefones P. P. C. 32591/5

Largo de S. Julião — LISBOA

*

Sempre em "stock" aos melhores preços:

— Tubos para água, galvanizados e pretos.
— » de aço sem costura para alta pressão.
— » » » » » » vapor.
— » » » para caldeiras.
— » » largos diâmetros para poços.
— » » cobre, latão, de aço inox.
— Acessórios para tubos.
— Chapa de aço inoxidável.
— » » ferro chumbado.
— » macia super-estanhada.
— » galvanizada, lisa e ondulada.
— » de alumínio ondulada para cobert.
— » » ferro, fina, média e grossa.
— » » » xadrez.
— » » metal Muntz para barcos.
— » » zinco e de chumbo.
— » » aluminio.
— » » cobre.
— » » latão.
— Folha de Flandres.
— Bronze fosforoso de fundição centrifugada em casquilhos e cavilhas.
— Bronze manganês para veios.
— Metal antifricção inglês.
— Arco galvanizado para vazilhame.
— Barramento de ferro em todos os perfis.
— Arco de tanoeiro.
— Arames vulgares, de ferro e zincados.
— Arames de aço inoxidável, de bronze, latão e cobre.
— Ferramentas «BELZER», nas mais modernas concepções para a indústria.
— Brocas, Mandris, Machos e Buchas marca «MAY».
— Solda de todos os tipos para metais ferrosos e não ferrosos.
— Cabos de aço e inoxidável.
— Correntes de ferro e de aço.
— Aparelhos diferenciais.
— Aparelhos eléctricos, de furar, ventoinhas, esmeriladoras, etc.
— Guilhotinas e saca-bocados.
— Macacos hidráulicos.

VASTÍSSIMO SORTIDO DE:
FERRAMENTAS, AÇOS,
FERRAGENS E METAIS

Lingotes de Bronze / Latão
Cobre-fósforo / Zinco / Estanho
Chumbo / Antimónio, etc.

CUTILARIAS DAS MELHORES MARCAS

ARTIGOS DOMÉSTICOS